

# MPRA

Munich Personal RePEc Archive

## **Real options: typologies and its evaluation**

Gomes Santana Félix, Elisabete

Universidade de Évora

2003

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/6186/>  
MPRA Paper No. 6186, posted 09 Dec 2007 08:28 UTC

Elisabete Gomes Santana Félix (efelix@uevora.pt)  
Universidade de Évora  
Departamento de Gestão de Empresas  
Largo dos Colegiais n.º 2  
7000-803 Évora  
Portugal

---

**RESUMEN:**

Este artigo pretende evidenciar o efeito da flexibilidade na decisão de investimento. Essa flexibilidade é conhecida pelo termo de opções reais, opções essas que possuem valor, o qual aumentará o valor de um investimento que as possua.

Os tradicionais métodos de avaliação de investimentos não são suficientes para captar o valor associado às opções reais. Dever-se-á recorrer à teoria de valorização de opções e em analogia com a mesma captar o verdadeiro valor de investimentos com opções reais.

**PALAVRAS CLAVE:** Opções Reais, Decisão de Investimento, Avaliação de Opções Reais.

---

**1. INTRODUÇÃO**

Na decisão de investimento, ou no caso da avaliação de projectos de investimento, os mesmos nunca deverão ser considerados como caixas negras que automaticamente produzem meios libertos líquidos sem qualquer envolvimento humano (J. Kensinger, 1987). Proceder de tal forma seria esquecer que decisões desse tipo acarretam consequências de longo prazo e logo trazem associados vários níveis de incerteza, consoante a natureza e horizontes temporais das mesmas. De facto, nem os meios libertos líquidos esperados ao longo do horizonte temporal do investimento, nem certos factores críticos, são conhecidos com a devida certeza. Assim, a sua ignorância em termos de análise e avaliação pode induzir a seleccionar alternativas de investimento menos rentáveis, tornando-se então, de substancial importância, considerar o factor incerteza na avaliação das decisões de investimento de capitais.

A questão que frequentemente se nos coloca será como considerar a incerteza na avaliação de projectos de investimento. B. Schwab e P. Luszti (1972) avançam dizendo que uma aproximação a esta incerteza pode ser o considerar da flexibilidade. E este considerar da flexibilidade pode ser efectuado através do reconhecimento da possibilidade de adiamento ou abandono de hipóteses alternativas de investimento aquando da avaliação da decisão de investimento.

Um outro aspecto também associado à necessidade de consideração da flexibilidade na avaliação de projectos de investimento está relacionado ao aparecimento, ao longo do horizonte temporal, de novas informações relativas ao projecto, de relevante interesse, o que, como nos referem S. Majd e R. Pyndick (1987), poderá levar uma empresa a alterar o cenário originalmente definido permitindo-lhe, por exemplo, acelerar ou desacelerar a taxa do investimento ou simplesmente parar um programa de investimento que já se encontre a meio da sua implementação, sempre na expectativa de ser melhor.

Os gestores esperam ter um papel activo ao orientar um projecto ao longo da sua vida útil, num esforço contínuo de adaptação às condições em alteração e utilização dos activos subjacentes no seu maior potencial (J. Kensinger, op. cit.).

Num processo de decisão sobre que projecto prosseguir, o decisor em questão, necessita de poder ter em conta a extensão da viabilidade para a qual o primeiro dos projectos da carteira alcança a sua atractividade como investimento. As escolhas ou hipóteses que o projecto torna possíveis à administração podem ser vistas como sendo “Opções Reais”, no sentido de que elas são consequências naturais das circunstâncias criadas por situações do mundo real. Estas “Opções Reais” surgem-nos em oposição às “Opções Financeiras” criadas artificialmente pelos respectivos actuantes nas negociações de títulos (J. Kensinger, op. cit.).

---

<sup>1</sup> Parte do presente artigo foi retirado da Dissertação de Mestrado elaborada pela autora sob a orientação do Prof. Doutor José Paulo Esperança. A autora agradece todas as suas sugestões. Salienta-se a exclusiva responsabilidade da autora pelos erros, omissões e imprecisões contidos no artigo.

Essas diferentes escolhas ou hipóteses, que não são mais do que opções que se podem vir a tomar, em determinadas situações permitem a flexibilidade anteriormente referida, flexibilidade essa que afectará o valor de determinado investimento (A. Buckley, 1995).

Uma parte importante do valor de mercado de muitas empresas fica a dever-se às suas opções de investimento e de crescimento. Uma empresa que detenha opções que lhe permitam interromper a exploração para posteriormente a relançar ou simplesmente abandonar, não só se torna mais flexível, como aumenta o seu valor relativamente à situação alternativa de ausência dessas opções (M. Soares, 1995). Assim, oportunidades de investimento ainda por explorar possuem as características de uma Opção (A. Buckley, op. cit.).

Relembrando a definição de opção de compra sobre acções segundo J. Cox e M. Rubinstein (1985):

“ Uma opção de compra é um contrato que dá ao seu possuidor o direito a comprar um número fixo de acções de um título específico, a um preço fixo, em qualquer data antes da ou na data especificada.”

Procedendo-se à analogia entre as opções financeiras e as opções reais, pode dizer-se que uma opção de compra vai permitir ao seu possuidor ter a opção de efectuar um Investimento ou de adquirir um activo (A. Buckley, op. cit.).

Se de facto, o considerar desta hipótese de existência de flexibilidade na decisão de projectos de investimento acrescenta valor ao próprio projecto então as tradicionais avaliações que se efectuavam não são agora suficientes para proceder a essa avaliação global.

Na medida em que se efectuou uma analogia para definir opções reais através das opções financeiras também se pode fazer uma analogia entre os procedimentos de avaliação associados às opções financeiras e transportá-los para a avaliação de opções reais.

L. Trigeorgis e S. Mason (1987) referem que ao olhar para as oportunidades de investimento na perspectiva da avaliação de opções, a administração encontra-se numa melhor posição para reconhecer que:

- convencional, o Valor Actual Líquido (VAL) Estático pode subvalorizar os projectos ao suprimir a componente “prémio da opção”;
- poderá ser correcto aceitar projectos com VAL's negativos se o prémio da opção associado ao valor da flexibilidade da administração exceder o VAL negativo dos meios libertos líquidos esperados do projecto;
- a magnitude da subvalorização e a extensão segundo a qual os gestores devem justificadamente investir mais do que o ditado pelo convencional método dos meios libertos líquidos descontados, pode ser quantificado utilizando a Contingent Claims Analysis.

Estes autores (op. cit.) fazem referência a uma série de outros autores que desde os anos 80 têm vindo a argumentar que o critério do VAL e critérios envolvendo a técnica de desconto de meios libertos líquidos tendem a subvalorizar o valor dos projectos permitindo, assim, incorrer em erros. Fazem, nomeadamente, referência a autores como R. Hayes, W. Abernathy (1980) e R. Hayes, D. Garvin (1982) que explicitamente argumentam que os métodos dos meios libertos líquidos descontados subvalorizam sistematicamente os projectos ao ignorarem preocupações ao nível estratégico, propondo em seguida que as mais importantes decisões de investimento sejam efectuadas, tomando por base a intuição do próprio executivo, com o intuito de evitar possíveis distorções advindas de técnicas quantitativas. Outros autores tais como J. Hodder e H. Riggs (1985) argumentam, mais concretamente, que essa não satisfação relativamente ao critério do VAL resulta de uma má interpretação e imprópria utilização das técnicas dos meios libertos líquidos descontados. Fazem ainda referência a outros autores que argumentam que o problema não reside na má utilização do critério do VAL, mas sim na má escolha e má aplicação das técnicas de avaliação global, argumentando que, efectivamente, os meios libertos líquidos descontados não reconhecem o valor da flexibilidade existente por parte da direcção ao trabalhar com activos produtivos e propondo o recurso a outro tipo de técnicas, tais como: as Técnicas de Simulação de Monte Carlo (D. Hertz, 1964) e a Análise de Árvores de Decisão (J. Magee, 1964), estas últimas permitindo o reconhecimento da existência de diferentes decisões operacionais em função de futuros acontecimentos, o que permite capturar o valor da flexibilidade futura.

L. Trigeorgis e S. Mason (op. cit.) referem-nos que, efectivamente, não é necessário adoptar nenhuma das posições dos autores referidos para se aceitar que as práticas actuais da gestão de capitais são incapazes de captar todas as fontes de valor associadas a um dado projecto. Em concreto, existem dois aspectos de valor extra ou desejabilidade económica, que são inadequadamente captados pela análise standard do VAL:

- A “Flexibilidade operacional” disponível dentro de um só projecto, que permite à administração efectuar ou alterar decisões num momento futuro, como por exemplo, opções de adiar, expandir ou abandonar o respectivo projecto;
- O valor da opção “estratégica” de um projecto, resultante da sua interdependência com futuros investimentos ou investimentos acompanhando os primeiros.

Assim, existirão alguns investimentos estrategicamente importantes que permitirão simples avaliações com o recurso a ordinárias Técnicas de Meios Libertos Líquidos Descontados<sup>2</sup>, enquanto que outros se oporão a tal análise. Isto é verídico porque eles não são senão o primeiro elo numa longa cadeia de subseqüentes decisões de investimento (W. Kester, 1984).

Coloca-se de momento uma questão muito pertinente, será que o tão nosso conhecido método do Valor Actual Líquido e tão largamente utilizado na avaliação de projectos de investimento, pode continuar a ser utilizado nessa mesma avaliação após se ter constatado que a flexibilidade introduzida pelas opções altera o valor do investimento?

Existirão situações em que sim, mas outras haverá em que tal já não poderá ocorrer. Vejamos (A. Buckley, op. cit.):

- se a oportunidade de investimento encontrada não estiver disponível no futuro ou se se tiver a certeza de que ela valerá menos se for tomada numa data mais tardia, então, o critério do VAL é o critério de decisão mais apropriado;
- se for possível atrasar a aceitação do investimento e existir a hipótese do mesmo se tornar mais valioso no futuro devido a possíveis alterações de condições, então a decisão de se investir de imediato ou não, é comparável a uma decisão de se exercer ou não uma opção de compra.

O VAL Estratégico expande o conjunto de alternativas que o analista da decisão de investimento deve considerar. Reconhece quando a flexibilidade existe e coloca um valor nessa flexibilidade. O valor da flexibilidade pode ser estimado utilizando a teoria de valorização de opções; no entanto, na maioria das vezes, a valorização quantitativa será extremamente complexa (A. Buckley, op. cit.).

Até há pouco tempo assumia-se que uma empresa tinha vida infinita e que um investimento em activos reais depreciáveis tinha vida finita. Esta última pressuposição pode tornar-se problemática se, no fim da vida finita, os meios libertos líquidos futuros da empresa forem afectados pelo facto de um investimento ser ou não ser tomado. A empresa tem a opção de efectuar o segundo investimento e essa opção tem um valor hoje (A. Buckley, op. cit.).

Mas poder-se-á dizer que há sempre a possibilidade de se colocar uma probabilidade no VAL do segundo investimento e adicionar esse valor esperado ao valor actual líquido do investimento básico. No entanto, isto é economicamente equivalente a calcular o valor da opção de efectuar o segundo investimento. Do que já se conhece da Teoria das Opções sabe-se que a mesma nos torna mais sensível às oportunidades que possam existir no futuro se tomarmos acções hoje, mesmo onde a Teoria das Opções não pode ser utilizada para obter medidas quantitativas exactas, porque não se encontrou os títulos ou activos para formar os portfólios de valor-zero (A. Buckley, op.cit.).

Não só J. Kensingler (op. cit.) sugeriu esta analogia entre Oportunidades de Investimento e Opções Reais, M. Brennan e E. Schwartz (1985); D. Siegel et. al. (1987); W. Kester (op. cit.), procedem ao mesmo tipo de analogia. M. Brennan e E. Schwartz (op. cit.) e D. Siegel et. al. (op. cit.) propõem a analogia entre a decisão de produzir ou não produzir através de “Operating Options”. Por seu lado, W. Kester (op. cit) propõe explicitamente, que as oportunidades de investimento futuras são análogas a opções de compra em activos reais, que o mesmo apelida de “Growth Options”.

Em que situações concretas se pode recorrer às opções e à teoria de valorização de opções para avaliar projectos de investimento?

Qualquer projecto de investimento:

- cuja implementação possa ser adiada;
- que possa ser alterado pela empresa;
- que crie novas oportunidades de investimento;

podrá ser analisado com o recurso à teoria de valorização de opções (W. Kester, op. cit.).

## 2. TIPOS DE OPÇÕES REAIS

Existem várias oportunidades associadas à decisão de investimento, essas mesmas oportunidades são apelidadas de opções reais, opções essas analogamente equivalentes às opções financeiras inclusivamente com respeito à sua avaliação. Depois de analisadas várias oportunidades de investimento que tipos de opções reais se podem identificar?

---

<sup>2</sup> Por exemplo, um projecto de redução de custos para uma empresa cuja vantagem competitiva reside exclusivamente em ser um produtor de baixos-custos.

Segundo J. Kensinger (op. cit.) podemos identificar as seguintes opções reais:

- opção de fechar temporariamente, ou abandonar por completo um projecto, caso os acontecimentos sejam desfavoráveis à continuação do mesmo;
- opções para redistribuir activos para novos usos, à medida que o ambiente de negócio sofra mutações;
- opções para o futuro crescimento, crescimento esse que poderá surgir de actividades correntes;
- o acto de planeamento contingencial, no sentido de que o objectivo desse planeamento é criar e gerir um portfólio de opções reais estratégicas.

Para além deste tipo de opções avançadas por J. Kensinger (op. cit.), L. Trigeorgis e S. Mason (op. cit.) apresentam mais algumas:

- opção de adiar o investimento;
- opção de expansão;
- opção para contrair.

Dentro da Teoria da Valorização de Opções Financeiras, que será o melhor método para avaliar correctamente opções reais e para cada um desses sete tipos de opções reais, como se deverá enquadrá-los e avaliá-los nessa teoria.

J. Kensinger (op. cit.) apresenta várias sugestões para a anterior questão, bem como L. Trigeorgis (1996). Estes autores fazem, para cada um dos vários tipos de opções reais, um pequeno resumo da evolução das técnicas utilizadas para valorizar cada um desses tipos de opções reais.

## 2.1. OPÇÃO DE ABANDONO

L. Trigeorgis (op. cit.), com respeito a estas opções, efectua uma divisão das mesmas em dois tipos: Opção para Desistir Quando a Construção Estiver em Curso e Opção para Abandonar pelo Valor Residual.

No primeiro caso a opção pode acontecer quando o investimento é fraccionado, ou seja, as despesas necessárias para o realizar não são todas concentradas num só período e, assim, em qualquer momento, se poderá desistir de continuar com o mesmo, caindo-se portanto naquilo que se denominou de Opções sobre Opções (Compound Options).

No segundo caso, encontramos-nos perante a situação de pura e simplesmente se achar mais proveitoso desistir por completo do projecto, guardando o montante referente às despesas de investimento ainda por realizar.

### Opção para Desistir quando a construção estiver em curso:

Na grande maioria dos projectos com que nos deparamos, o investimento necessário não se concentra numa única despesa inicial. Esta situação específica, de projectos de investimento com despesas de investimento fraccionadas ao longo do horizonte temporal, cria valiosas opções para desistir do mesmo em qualquer fase, por exemplo, no caso da exploração de reservas de petróleo quando as respectivas reservas ou os preços do petróleo se tornarem tão baixos que não justifiquem a continuação desse projecto de investimento.

Desta forma, cada fase do investimento em questão pode ser vista como uma opção sobre o valor das subsequentes fases, ao requerer a saída de custo necessário para prosseguir para a etapa seguinte e pode assim, ser avaliada de forma semelhante a opções sobre opções.

### Opção para Abandonar pelo Valor Residual:

Quando o funcionamento do investimento, for mau por qualquer motivo, a administração não necessita de continuar a incorrer com os custos fixos desse investimento. Nesta situação, ela poderá possuir uma valiosa opção de abandono por completo do investimento, em troca do seu valor residual encontrado no mercado secundário através do preço de revenda dos equipamentos e/ou outros activos afectos ao investimento.

Esta opção pode ser valorizada como sendo uma opção de venda americana sobre o valor actual do projecto ( $V$ ), com preço de exercício igual ao valor residual, ou então outro melhor valor alternativo de utilização ( $A$ ), dando assim, o direito à direcção de receber  $V + \max(A - V, 0)$  ou  $\max(V, A)$ .

Uma primeira aproximação ao cálculo do valor deste tipo de opção, opção de abandono, foi efectuado por A. Robichek e J. VanHorne (1967). Estes autores reconhecem a importância de se lidar explicitamente com a oportunidade de abandono e defendem a sua inclusão, sob a forma de uma contingência, na previsão dos meios

libertos líquidos utilizados para calcular o Valor Actual Líquido do projecto ou a Taxa Interna de Rendibilidade do mesmo.

C. Bonini (1977) procedeu à aplicação da metodologia de Programação Dinâmica ao mesmo problema. No entanto, ao contrário dos modelos de valorização de opções, a programação dinâmica requer uma articulação explícita de todos os possíveis resultados, assim uma análise, mesmo de um conjunto simples de situações, torna-se por vezes muito complicada.

J. Kensinger (1980) apresenta um artigo, em que procede à aplicação de uma modificação do Modelo de Valorização de Opções de Black-Scholes, para criar um modelo de valor do que poderá ser chamado de “Opção de Venda de Abandono”, isto é, a opção para vender os activos de um projecto ao seu valor de mercado, valor esse incerto no início do projecto. Deter a opção de abandonar um projecto - cortando as perdas e recuperando parte do investimento inicial através da venda dos activos do projecto - é como possuir uma apólice de seguros que nos reembolsa, caso a performance do projecto desça abaixo do par. Esta “apólice real”, como uma apólice de seguros, possui valor; tal como a presença desta opção no valor actual do projecto.

A aplicação da sua proposta é limitada na medida em que considerou a opção de abandono como uma opção europeia, que só poderá ser exercida na data de maturidade do contrato.

S. Myers e S. Majd (1985) procederam a uma melhoria da aproximação de valorização de opções avançada por J. Kensinger (1980), tratando a opção de abandono como uma opção de venda americana, a qual já pode ser exercida em qualquer altura até à duração do contrato.

Pode-se concluir que, como nos dizem R. Brealey e S. Myers (1998), a opção de abandono de um projecto proporciona um seguro parcial contra o fracasso do projecto. Ela é formalmente equivalente a uma opção de venda americana, cujo preço de exercício é o valor de liquidação dos activos do projecto se vendidos ou desviados para uma melhor utilização (ou seja o seu valor residual).

## **2.2. OPÇÃO DE FECHO TEMPORÁRIO DE UM PROJECTO**

M. Brennan e E. Schwartz (op. cit.) expandiram as ferramentas para valorizar opções reais com o intuito de poder incluir o caso de projectos que podem ser representados como Opções sobre Mercadorias.

Estes autores demonstraram como estas opções podiam ser valorizadas utilizando uma modificação do Modelo de Valorização de Opções de Black-Scholes. As únicas variáveis requeridas por este modelo são: o preço spot actual da mercadoria; o custo de armazenagem da mercadoria, até à maturidade da opção; e uma medida da variação do preço da mercadoria. Assim, o modelo não requer nenhuma estimativa do preço no futuro da mercadoria, ou da taxa de juro sem risco adequada ao desconto para o presente do preço esperado.

Este modelo tem a vantagem de trabalhar com inputs que podem ser observados directamente no mercado ou atribuídos através de dados observáveis.

Desta forma, os autores demonstraram que a aproximação através das opções, não somente tem por base um caminho mais realista de representar um projecto do que o Método dos Meios Libertos Líquidos Descontados, mas ainda tem a vantagem de deixar o trabalho de previsão para o próprio mercado. Constatando-se também, que não existem nenhuns retalhos do Método dos Meios Libertos Líquidos Descontados deixados neste Modelo de Brennan e Schwartz, caso que se verificou existir no Modelo de opção de venda de Abandono, isto porque posteriormente, o valor da opção de venda de Abandono é adicionado ao Valor Actual Líquido dos Meios Libertos Líquidos Descontados. Por sua vez, neste modelo de Brennan e Schwartz, o valor completo do projecto é representado por uma soma de um conjunto de opções.

Ao ler-se L. Trigeorgis e S. Mason (op. cit.) conclui-se que a flexibilidade para fechar a produção temporariamente, ou de não funcionar por completo em qualquer período de vida do projecto, torna-se valiosa, se as receitas não forem suficientes para cobrir os custos variáveis de funcionamento nesse período. Assim, num dado momento, a administração pode continuar com a produção e obter a diferença entre as receitas e o total de custos de funcionamento, ou então fechar e somente pagar os custos fixos associados com o projecto nesse momento. Pode-se assim olhar para a flexibilidade de funcionamento (ou não), em qualquer ano, como uma opção de compra da receita desse ano, ao pagar os custos variáveis como preço de exercício.

### 2.3. O PROJECTO COMO UMA OPÇÃO DE TROCA DE UM CONJUNTO DE MERCADORIAS POR OUTRO

J. Kensinger (1986) analisou um projecto como sendo um portfólio de opções de troca de um conjunto de mercadorias por outro, portfólio esse que será gerido no futuro pela administração.

Num outro artigo este autor ilustra a análise das opções de troca através de um simples caso de uma máquina que converte somente uma mercadoria noutra. Neste caso, a empresa que compra a máquina adquire a oportunidade de comprar a mercadoria input, convertê-la e vender o output - desde que seja rentável fazê-lo. Se tal actividade não for rentável em determinada altura, a empresa não necessita de exercer a opção. A empresa detém um portfólio dessas opções com diferentes maturidades, uma para cada período de vida da máquina.

O seu trabalho, resulta numa extensão do trabalho efectuado por Brennan e Schwartz, na medida em que se desloca para um ponto mais elevado da cadeia de valor.

Efectivamente, o modelo apresentado por Brennan e Schwartz, lida com projectos localizados no início da cadeia de valor<sup>3</sup>. No entanto, a grande maioria das decisões, no âmbito da decisão de investimento, estão preocupadas com a procura de sistemas utilizados na conversão de mercadorias básicas em produtos refinados, produtos esses que se encontram localizados próximo do consumidor e do utilizador final. O valor desses sistemas, em cada período de tempo, é o valor que acrescenta ao concluir a conversão. Dever-se-á salientar que, em nenhum caso racional, a conversão seria efectuada se resultasse numa perda.

Este modelo, ao se tratar de uma extensão do modelo de Brennan e Schwartz, partilha da vantagem de trabalhar com dados que, na maioria dos casos, podem ser observados no mercado ou então atribuídos através de dados disponíveis no mercado. A aproximação das opções de troca requer dois tipos de dados:

- os preços correntes para as mercadorias envolvidas, tanto para os inputs como para os outputs;
- as descrições das distribuições de probabilidades desses preços futuros.

Verifica-se que os preços correntes podem ser observados e que nos casos em que contratos de futuros ou opções de mercadorias são transaccionados sobre as mercadorias subjacentes, os parâmetros da função de probabilidades podem ser inferidos através de dados observáveis. Só quando se verifica que isto não é possível, é que os parâmetros têm que ser subjectivamente estimados ou então ter por base dados históricos.

Desta forma, a dependência de previsões subjectivas (resultantes da administração) nas avaliações de projectos, pode ser substancialmente reduzida e o trabalho de previsão, em grande medida, pode ser voltado para o mercado.

O trabalho apresentado por J. Kensinger (op. cit.) acrescenta a possibilidade de se quantificarem alguns aspectos estratégicos, de um projecto, que têm oferecido grande dificuldade na sua quantificação. Este autor apresenta alguns exemplos de como tal se pode verificar, pegando nas observações que A. Shapiro (1985) efectuou e demonstrando como se podem quantificar as mesmas com o recurso a opções de troca no âmbito das decisões de investimento.

Esta flexibilidade, de trocar os usos ou abandonar um projecto mais cedo em troca do seu “valor de recuperação”, permite à administração seleccionar o valor máximo do projecto no seu actual uso ou no seu melhor uso alternativo. Assim, uma oportunidade de investimento, com a flexibilidade de troca de uso, pode ser vista como a soma do projecto no seu actual uso mais uma opção de venda sobre o mesmo, com um preço de exercício igual ao valor do seu melhor uso alternativo (L. Trigeorgis e S. Mason, op. cit.).

Estas Opções de Flexibilidade consistem em alterar a forma de exploração, e constituem uma carteira de opções de compra e venda, em que um dos exemplos mais interessantes é constituído por uma organização industrial flexível que pode produzir dois produtos diferentes. (M. Soares, op. cit.)

Uma empresa que desenvolva utilizações extra para os seus activos pode possuir uma vantagem significativa em relação aos seus concorrentes. Na maior parte das vezes a flexibilidade dos processos pode ser alcançada não somente por via da tecnologia, mas também ao manter relações com uma variedade de fornecedores e trocando

---

<sup>3</sup> No caso, a extracção de matéria prima básica.

entre eles à medida que os preços variem. Políticas de subcontratação poderão permitir maior flexibilidade ao contrair a escala de operações futuras a um baixo custo, no caso de desenvolvimentos não favoráveis dos mercados. A flexibilidade dos processos é valiosa em indústrias petrolíferas ou químicas, por exemplo. A flexibilidade dos produtos, ao permitir a empresa trocar entre outputs alternativos, é mais valiosa em indústrias como, por exemplo, as automobilísticas; e farmacêuticas, onde a diferenciação e diversidade de produtos são importantes e/ou a procura de produtos é volátil. Em tais casos, poderá ser mais rentável instalar uma capacidade flexível mais cara, para adquirir a possibilidade de alterar o mix de produtos ou a escala de produção, em resposta a alterações de mercados de procura. (L. Trigeorgis, op. cit.)

## 2.4. OPÇÕES PARA O FUTURO CRESCIMENTO

A maior parte dos investimentos iniciais podem ser vistos como pré-requisitos ou mesmo elos em cadeias de projectos inter-relacionados. O valor destes projectos iniciais resulta, não somente dos seus meios libertos líquidos esperados, tanto como das futuras oportunidades de crescimento que poderão desencadear. Uma oportunidade de investir num produto de elevada tecnologia e nova geração é análogo a uma Opção sobre Opções (uma Compound Option Inter-projectos).

Apesar de um aparente Valor Actual Líquido negativo, a infra-estrutura, experiência e potencial geração de subprodutos, durante o desenvolvimento do produto de primeira geração, pode servir como trampolim para desenvolvimento de futuras gerações de produtos, com custos mais reduzidos ou de qualidade mais elevada, ou mesmo para criar aplicações inteiramente novas. Mas, a menos que a empresa efectue esse investimento inicial, gerações subsequentes ou outras aplicações não poderão ser viáveis. A infra-estrutura ou experiência adquirida, se a empresa for proprietária das mesmas, podem colocar a empresa numa vantagem competitiva, a qual pode mesmo reforçá-la se os efeitos de curvas custo-aprendizagem estiverem presentes.

As opções de crescimento de empresas, que fixam a trajectória para futuras oportunidades, são de considerável importância estratégica (L. Trigeorgis, op. cit.). A vantagem chave da sua perspectiva é que integram a decisão de investimento com o planeamento de longo prazo. Dentro da estrutura das empresas, a decisão de investimento era, simplesmente, a execução do plano de longo prazo da empresa (W. Kester, op. cit.).

De facto, as decisões de investimento hoje, podem criar a base para decisões de investimento no amanhã, afectações de capital efectuadas em qualquer ano, são passos vitais na realização final dos objectivos estratégicos. Pela mesma analogia, um planeamento de longo prazo implica necessariamente o cultivo de oportunidades de investimento particulares e podem ter um directo impacto monetário no preço dos títulos da empresa num período próximo. Assim, as duas actividades são diferentes, mas relacionadas, medeiam para o mesmo fim: a maximização do valor das acções ordinárias da empresa (W. Kester, op. cit.).

O esquema das opções de crescimento reafirma o potencial papel que a opinião e a experiência do executivo podem ter no processo de afectação de recursos (W. Kester, op. cit.).

O reconhecimento, da existência destas opções de crescimento, leva a concluir que uma empresa não deverá perder tempo, nem esforços, a tratar do crescimento com o ROI, ou títulos de mercado com rentabilidade. Em vez disso, a atenção da empresa deverá ser sobre o tipo de valor que o investimento criará, a sua duração e as decisões auxiliares necessárias para proteger ou alcançá-lo ao longo do tempo (W. Kester, op. cit.).

Face aos determinantes do valor das opções de crescimento, assim como os de qualquer opção e das várias características que podem apresentar, não existe nenhuma fórmula segura que incorpore com segurança o seu valor. Desta forma, a primeira avaliação de um projecto, que se espera gerar novas opções de crescimento, deverá ser qualitativa, se bem que se espera estabelecerem-se princípios de avaliação de opções (W. Kester, op. cit.).

## 2.5. OPÇÃO DE ADIAR O INVESTIMENTO

Esta Opção de Adiar um projecto por um período fornece à administração o direito, mas não a obrigação, de efectuar o investimento no próximo período, assim, ela esperará e somente realizará o investimento se o valor do projecto no próximo período exceder o investimento necessário nessa data. Por outras palavras, a opção de espera pode ser vista como uma opção de compra americana sobre o valor bruto actual dos meios libertos

esperados do projecto,  $V$ , com um preço de exercício igual à despesa de investimento requerida no período seguinte (L. Trigeorgis e S. Mason, op. cit.). Na medida em que, antecipar o investimento, implica a sacrifcação do valor da opção de espera, este valor de perda da opção é semelhante a um custo de oportunidade adicional, justificando desta forma o investimento somente no caso do valor dos meios libertos,  $V$ , excederem na verdade a despesa necessária por um substancial prémio (L. Trigeorgis, op. cit.).

A opção de espera é particularmente valiosa nas indústrias de extracção de recursos e no desenvolvimento dos bens imobiliários, devido à elevada incerteza e aos longos horizontes temporais associados a estes tipos de investimentos (L. Trigeorgis, op. cit.).

Para A. Brealey e S. Myers (op. cit.) a opção de aguardar (e aprender) antes de investir resume-se a possuir uma opção de compra sobre o projecto de investimento. A opção é exercida quando a empresa arranca com o projecto, sendo muito frequentemente, preferível adiar um projecto com um VAL positivo como forma de manter viva a opção de compra. Este diferimento é mais atraente quando a incerteza é elevada e os fluxos de tesouraria imediatos do projecto são diminutos. E de facto, uma opção é muito mais valiosa quando o risco ou a incerteza sobre o futuro é maior.

## 2.6. OPÇÃO DE EXPANSÃO

Uma vez efectuado um determinado projecto de investimento, a administração possui a flexibilidade para o alterar por vários e diferentes caminhos, em diferentes momentos no decorrer da vida do mesmo. Esta opção é um óptimo exemplo da dimensão estratégica de um projecto e segundo dizem S. Ross et. al. (1996) ela é uma das mais importantes opções quando as perspectivas económicas são boas. É similar a uma opção de compra para adquirir uma parte adicional ( $x\%$ ) do projecto de escala-base, exigindo o custo de acompanhamento ( $I_E$ ) como preço de exercício. Neste sentido, a oportunidade de investimento com uma opção de expansão, pode ser pensada como o projecto de escala inicial mais uma opção de compra num investimento futuro, i.é,  $V + \max(xV - I_E, 0)$ .

A opção de expansão pode ser de importância estratégica, especialmente se permitir à empresa explorar oportunidades futuras de crescimento. Esta opção, que será exercida somente se desenvolvimentos futuros do mercado se tornarem favoráveis, pode tornar um investimento inicial, aparentemente não lucrativo, (tendo por base o método do VAL estático) num investimento que mereça a pena ser realizado (L. Trigeorgis, op. cit.).

Este tipo de opção é aquele que permite à administração deliberadamente favorecer uma tecnologia mais cara, com o intuito de poder desfrutar da flexibilidade embutida para a expansão da produção se e quando achar bom, em função de determinado desenho inicial seleccionado (L. Trigeorgis, op. cit.).

Conclui-se então, que uma opção de expansão corresponderá a uma opção de compra de tipo americano, conferindo aos seus detentores o direito de implementar, posteriormente, investimentos suplementares caso as condições se mostrem favoráveis (M. Soares, op. cit.).

## 2.7. OPÇÃO PARA CONTRAIR

Se as condições de mercado se tornarem desfavoráveis a administração pode funcionar abaixo da capacidade ou mesmo reduzir a sua escala de operações (em, digamos,  $c\%$ ), guardando parte das despesas do investimento planeado ( $I_C$ ). Esta flexibilidade para atenuar perdas é análoga a uma opção de venda sobre parte ( $c\%$ ) do projecto de escala-base, com um preço de exercício igual aos potenciais custos poupados ( $I_C$ ), dado o  $\max(I_C - cV, 0)$  (L. Trigeorgis, op. cit.).

Este tipo de opção pode ser particularmente valiosa na introdução de novos produtos em mercados incertos, bem como na escolha entre tecnologias ou fábricas com diferentes rácios de custos de construção para os custos de manutenção, onde poderá ser preferível construir uma fábrica com custos de construção iniciais mais baixos e despesas de manutenção mais elevadas, com o objectivo de adquirir a flexibilidade de contrair operações ao cortar a manutenção, se as condições do mercado se tornarem desfavoráveis.

Uma opção de contracção de dimensão é então equivalente a uma opção de venda do tipo americano sobre um título (M. Soares, op. cit.).

### 3. AVALIAÇÃO DE OPÇÕES REAIS

M. Soares (op. cit.) refere-nos que a incapacidade das técnicas tradicionais para tratar a problemática da avaliação de projectos em contexto de incerteza e de flexibilidade de gestão, bem como a necessidade de integração da função financeira e da estratégia de negócios na tomada de decisões, tem conduzido a um interesse crescente pela teoria de valorização de opções.

A teoria de valorização de opções revela-se um critério genérico de tomada de decisões de investimento, combinando as vantagens dos dois critérios mais rigorosos e usados, o VAL e o Critério das Árvores de Decisão (M. Soares, op. cit.):

- do método do VAL, a teoria de valorização das opções, utiliza a ideia de encontrar um título de comparação para a avaliação correcta do risco: um título perfeitamente correlacionado;
- do critério das Árvores de Decisão, vai recorrer à ideia de modelização da flexibilidade conseguida à custa dos nós de decisão. De facto, apesar deste critério permitir a tomada de decisão em cada nó reside o problema de que as mesmas não fornecem indicação acerca da taxa de actualização ajustada pelo risco. E é precisamente aqui que o modelo de valorização de opções representa um avanço, porque não só prevê nós de decisão, como também procura títulos equivalentes em termos de risco.

Ao contrário do cálculo do preço duma opção financeira, estimar o valor de um projecto detentor de opções revela-se, geralmente, um processo complexo. Em primeiro lugar, o projecto não é transaccionado no mercado, logo não é possível observar directamente o seu valor. Porém, o mercado pode proporcionar os parâmetros necessários à atribuição de um valor. Repare-se que, quando se adquire uma opção de compra sobre uma determinada acção, o que se está a fazer é comprar o direito - mas não a obrigação - de adquirir essa acção por um preço previamente fixado, que se designa por Preço de Exercício da Opção (M. Soares, op. cit.).

Nos projectos detentores de opções, o gestor tem o direito de tomar decisões visando o aumento do valor do projecto ou com o objectivo de atenuar uma perda. Enquanto existir incerteza, esse direito tem um valor. Deste modo, o valor de um projecto pode ser definido da seguinte forma (M. Soares, op. cit.):

$$\text{Valor do Projecto} = \text{Valor do Projecto Passivo} + \text{Valor dos Intangíveis}$$

É o valor da segunda parte da relação que tem sido objecto de especial atenção, já que introduz um grau acrescido de complexidade. O valor do projecto não pode traduzir-se, nestas circunstâncias, num mero processo de actualização. A teoria de valorização de opções permite calcular a vantagem incorporada introduzida pela existência de opções, mas a formalização matemática e os elementos quantitativos necessários, constituem um conjunto substancialmente complexo e sofisticado. A quantificação do valor dos vários intangíveis associados a um determinado projecto de investimento leva a que esses intangíveis sejam analisados como “activos condicionais” (visto que o valor das oportunidades de controlo está condicionado ao valor dos activos reais de base). Qualquer conjunto de resultados condicionados - resultados dependentes do valor de qualquer outro activo - pode ser valorizado como uma composição de opções sobre esse mesmo activo (R. Brealey e S. Myers, op. cit.).

Apesar das analogias entre opções reais e opções financeiras, a valorização de opções reais obriga:

- não só a especificar o processo estocástico para o preço do activo (como seria para o preço da acção);
- mas também a compreender o equilíbrio do mercado (das acções, de capitais);

o que não é preciso no caso das opções financeiras. Este facto leva à necessidade de integração de um modelo de equilíbrio de mercado com o modelo de valorização de opções (Paddock et. al., 1988).

Dos autores com contribuições mais inovadoras no problema da aplicação da teoria da valorização de opções financeiras à análise de investimentos produtivos, salientam-se R. McDonald e D. Siegel (1984 e 1985), Majd e Pindyck (op. cit.) e R. Pindyck (1990).

Embora se possa recorrer à teoria de valorização de opções financeiras, haverá que se proceder à adaptação dos aspectos necessários à sua aplicação para o caso de opções reais. Por exemplo, num investimento em recursos naturais, o activo subjacente é o recurso e o valor desse activo é baseado em duas variáveis (A. Damodaran, 1996):

- a quantidade do recurso que está disponível com o investimento;
- o preço do recurso.

Na maioria destes investimentos está associado um custo de desenvolvimento do recurso, a diferença entre o valor do activo extraído e o custo do desenvolvimento é o lucro para o detentor do recurso. Definindo o custo de desenvolvimento como sendo  $X$  e o valor estimado do recurso como  $V$ , os potenciais reembolsos de uma opção sobre um recurso natural podem ser escritos como se segue (A Damodaran, op. cit.):

Reembolso do investimento em recursos naturais:

$$\begin{aligned} &= V - X \quad \text{se } V > X \\ &= 0 \quad \quad \text{se } V \leq X \end{aligned}$$

Comparando os inputs necessários no modelo tradicional de opções financeiras e efectuando a analogia para as opções reais:

Input do modelo Original	Input correspondente para valorizar opções reais
<i>Valor do activo subjacente</i>	Valor Actual dos Meios Libertos Líquidos do Projecto.
<i>Preço de Exercício</i>	Custos acumulados actualizados, estimados, para o desenvolvimento do projecto.
<i>Tempo para a expiração da opção</i>	Período de tempo no qual a decisão do investimento poderá ser adiada.
<i>Taxa de juro sem risco</i>	Taxa de juro sem risco correspondente à vida da opção.
<i>Variância no valor do activo</i>	Variância nos rendimentos do projecto (associada aos activos do projecto).
<i>Dividend Yield</i>	Valor associado aos meios libertos líquidos perdidos por adiamento do investimento.

Analisando cada um destes inputs em particular:

⇒ *o valor do activo subjacente* – a activo subjacente num modelo de avaliação de opções reais, como já foi evidenciado, corresponde ao valor actual esperado dos meios libertos líquidos do projecto em análise. Para o cálculo deste valor actual esperado poder-se-á utilizar o método do Valor Actual Líquido com cenários ou então recorrer à definição do processo que está associado à criação desse valor;

⇒ *o preço de exercício* - os custos de desenvolvimento do projecto estimados são o preço de exercício da opção. De novo, uma combinação de conhecimento acerca dos custos passados e especificidades relativamente ao investimento têm que ser utilizadas para se conseguir uma medida razoável desses custos de desenvolvimento. Estes custos não são conhecidos à partida e caso exista incerteza com respeito aos mesmos só através da realização do projecto é que se poderá ultrapassar esse problema.

Pindyck (1993) sugere dois tipos de incerteza de custos, a incerteza tecnológica (que só poderá ser resolvida através da realização do projecto e não se encontra correlacionada com a economia) e a incerteza do custo dos inputs (devida a factores externos e que se encontra parcialmente correlacionada com a economia). Pindyck apresenta neste estudo uma expressão para os custos:

$$dK = -I dt + g(I, K) dz \quad [1]$$

na qual constatamos que é esperado que o custo diminua à medida que o investimento vai decorrendo e que flutua devido à incerteza tecnológica e de custos.

É difícil definir qual o processo associado aos custos, na medida em que os mesmos são influenciados por vários factores, no entanto dever-se-á fazer um esforço nesse sentido para uma maior aproximação à realidade (Peterson e Bason, 2001).

⇒ *o tempo para a expiração da opção* – no caso das opções reais o tempo para a expiração da opção não é fixo. Peterson e Bason (op. cit.) evidenciam-nos três dos aspectos mais importantes e identificáveis a ter em consideração na definição da maturidade:

- no caso de projectos R&D se existir um elevado nível de incerteza tecnológica existirá um elevado nível de incerteza relativa à altura óptima de exercício da opção em causa<sup>4</sup>;
- se o ambiente competitivo for bastante forte e as barreiras à entrada forem relativamente baixas, a empresa poderá ter que exercer a opção mais cedo do que esperava como antecipação a entradas de potenciais competidores<sup>5</sup>;

<sup>4</sup> Os autores com respeito ao impacto deste aspecto remetem-nos para a leitura de, entre outros, Pindyck 1993.

<sup>5</sup> Os autores com respeito ao impacto deste aspecto remetem-nos para a leitura de, entre outros, Smit e Ankum 1993.

- Ao pré-assinalar uma patente a empresa poderá proteger-se e assim manter a opção em aberto sem ser obrigada a iniciar o projecto<sup>6</sup>.
- ⇒ *a taxa de juro sem risco* – normalmente é utilizada a Yield to Maturity (YTM) de uma obrigação do tesouro que possua a mesma maturidade que a opção em análise. No entanto, coloca-se-nos aqui o problema referente à semelhança entre o risco da obrigação e o risco do projecto, daí existirem autores que defendem a posterior correcção dessa YTM com o prémio de risco adequado ao projecto em análise. Para além deste aspecto existe também o da incerteza na taxa, sendo difícil argumentar que a mesma permanecerá fixa por todo o horizonte temporal em análise. Existem autores que defendem a definição do processo estocástico da taxa de juro.
- ⇒ *a variância do valor do activo* – esta será uma medida da volatilidade dos meios libertos líquidos do projecto. No caso de projectos na área dos recursos naturais a variância no valor do activo subjacente é determinada através de dois factores:
- a variabilidade nas rendibilidades do recurso, calculadas em função das cotações desse recurso;
  - a variabilidade na estimativa das reservas disponíveis.
- Esta variável torna-se um pouco difícil de ser estimada, mas Luehrman (1998) sugere-nos alguns procedimentos:
- efectuar uma estimativa para a variância através da volatilidade estimada para o índice do mercado bolsista geral avaliando em seguida o risco do projecto, e dessa forma tentar encontrar a medida de volatilidade apropriada para o projecto;
  - estimar a volatilidade através de dados históricos relativos a projectos similares.
  - simular a volatilidade. Esta aproximação é efectuada com recurso a projecções para os meios libertos líquidos futuros do projecto, em que através da utilização do Método de Monte Carlo essas projecções servirão posteriormente para estabelecer a respectiva função de distribuição do projecto e daí retirar a medida de volatilidade mais apropriada.
- ⇒ *Dividend Yield* – esta variável representa a perda de meios libertos líquidos ao longo da vida da opção. Assim, tal como nas opções financeiras os dividendos reduzem o valor do stock e produzem uma entrada aos detentores desse mesmo stock, numa opção real em recursos naturais a produção numa base anual deprecia o valor do activo-recurso natural-subjacente e fornece uma entrada sobre o activo. Nesta caso a receita líquida da produção como uma percentagem do valor de mercado da reserva é equivalente à taxa de distribuição de dividendos e é tratada da mesma forma ao se calcular os valores das opções. Tal como nos referem Peterson e Bason (op. cit.) esta variável poderá corresponder à perda de meios libertos líquidos devido ao adiamento do investimento, ou então aos custos extra incorridos por se manter a opção viva. É de evidenciar que por motivos de modelização se deverá assumir que a dividend yield é contínua.

#### 4. CONCLUSÕES

Pelo anteriormente exposto verificamos que é possível calcular o valor da flexibilidade e introduzi-lo na avaliação final das decisões de investimento, por via do reconhecimento das opções reais e com recurso à teoria da valorização de opções. No entanto, muito existe ainda por explorar no que respeita a aplicação desta nova forma de avaliação de decisões de investimento. Existem alguns problemas para a aplicação da metodologia de valorização de opções, como seja a definição da data de exercício, a estimação da volatilidade do activo subjacente, o facto do activo subjacente não se encontrar transaccionado em mercado e, por fim, a utilização de um dos conceitos que se encontra subjacente à metodologia, o conceito de “risk neutral valuation”.

#### BIBLIOGRAFIA

- Bonini, C. (1977) “Capital investment under uncertainty with abandonment options”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, March, 39-54.
- Brealey, R. A. e S. C. Myers (1998) “*Princípios de Finanças Empresariais*”, Editora McGraw-Hill de Portugal.
- Brennan, M. J. e E. S. Schwartz (1985) “A new approach to evaluating natural resource investments”, *Midland Corporate Finance Journal*, 3, Spring, 37-47.

---

<sup>6</sup> Os autores com respeito ao impacto deste aspecto remetem-nos para a leitura de, Reiss 1998.

- Brennan, M. J. e E. S. Schwartz (1985) "Evaluating natural resource investments", *Journal of Business*, vol.58, January, 135-157.
- Buckley, Adrian (1995) "*International Capital Budgeting*", Prentice-Hall International Editions.
- Cox, J. C. e M. Rubinstein (1985) "*Options Markets*", Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Damodaran, Aswath (1996) "*Investment Valuation, Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset*", John Wiley & Sons, Inc., USA.
- Hayes, R. e D. Garvin (1982) "Managing as if tomorrow mattered", *Harvard Business Review*, May-June.
- Hayes, R. e W. Abernathy (1980) "Managing our way to economic decline", *Harvard Business Review*, July-August.
- Hertz, D. (1964) "Risk analysis in capital investment", *Harvard Business Review*, 42, January-February, 95-106.
- Hodder, J. e H. Riggs (1985) "Pitfalls in evaluating risky projects", *Harvard Business Review*, January-February, 128-135.
- Luehrman, T. A. (1998) "Investment Opportunities as Real Options: Getting Started on the Numbers", *Harvard Business Review*, July-August, pp. 51-58.
- Kensinger, J. W. (1980) "Project abandonment as a put option: dealing with the capital investment decision and operating risk using option pricing theory", *Paper Presented at the Annual Meeting of the Financial Management Association*, October.
- Kensinger, J. W. (1986) "The capital investment project as a set of exchange options", *Finance Department Working Paper*, University of Texas at Austin, first draft: August, revised: November.
- Kensinger, J. W. (1987) "Adding the value of active management into the capital budgeting equation", *Midland Corporate Finance Journal* 5, n° 1: 31-42.
- Kester, W. C. (1984) "Today's options for tomorrow's growth", *Harvard Business Review*, March-April, 153-160.
- Magee, J. (1964) "How to use decision trees in capital investment", *Harvard Business Review*, September-October.
- Majd, S. e R. S. Pindyck (1987) "Time to build, option value and investment decisions", *Journal of Financial Economics*, 18, 7-27.
- McDonald, R. e D. Siegel (1984) "Option pricing when the underlying asset earns a below equilibrium rate of return: a note", *Journal of Finance*, vol.29, n°1, 261-265.
- McDonald, R. e D. Siegel (1985) "Investments and the valuation of firms when there is an option to shut down", *International Economic Review*, vol.26, n° 2, 331-349.
- Myers, S. e S. Majd (1985) "Calculating abandonment value using option pricing theory", *Sloan School of Management Working Paper*, first draft: May 1983, revised: June 1985.
- Paddock, L., D.R. Siegel e J.L. Smith (1988) "Option valuation of claims on real assets: the case of offshore petroleum leases", *Quarterly Journal of Economics*, 103.
- Peterson, Søren e Bason, Peter (2001) "Value Drivers in Real options, How Model Parameters Affect Value", *Real Options Approaches in Venture Capital Finance*, Essay Series, Essay Six.
- Pindyck, R. (1990) "Irreversibility, uncertainty and investment", *NBR Working Paper Series*, n° 3307, March.
- Pindyck, R. (1993) "Investments Under Uncertain Cost", *Journal of Financial Economics*, 34, pp. 53-76.
- Reiss, A. (1998) "Investments in Innovations and Competition: An Option Pricing Approach", *Special Issue of the Quarterly Review of Economics and Finance*, Real Options: Development and Applications.
- Robichek, A. A. e J. C. VanHorne (1967) "Abandonment value and capital budgeting", *Journal of Finance*, December, 577-589.
- Ross, S. A., R. W. Westerfield e J. Jaffe (1996) "*Corporate Finance*", Editora Irwin, international student edition, 4ª Edição, USA.
- Schwab, B. e P. Luszti (1972) "A note on investment evaluations in light of uncertain future opportunities", *Journal of Finance*, December 1093-1100.
- Shapiro, A. C. (1985) "Corporate strategy and the capital budgeting decision", *Midland Corporate Finance Journal*, vol.3, n° 1, Spring.
- Siegel, D. R., J. L. Smith e J. L. Paddock (1987) "Valuing offshore oil properties with option pricing models", *Midland Corporate Finance Journal* 5, n° 1: 22-30.
- Smit, H. T. J. e Ankum, L. A. (1993) "A Real Options and Game-theoretic Approach to Corporate Investment Strategy Under Competition", *Financial Management*, Volume 22, Issue 3.

Soares, M<sup>a</sup> I. R. T. (1995) “A decisão de investimento financeiro e a decisão de investimento produtivo: algumas considerações sobre questões de irreversibilidade e de diferimento”, *Paper Apresentado no 4º Encontro Nacional de Economia Industrial*, 29 e 30 de Setembro.

Trigeorgis, L. (1996) *Real Options, Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*, MIT Press , London, England.

Trigeorgis, L. e S. P. Mason (1987) “Valuing managerial flexibility”, *Midland Corporate Finance Journal* 5, nº 1: 14-21.