

Opções Reais, Análise de Projetos e Financiamentos de Longo Prazo

FRANCISCO JOSÉ ZAGARI RIGOLON*

RESUMO Ao longo da última década, as regras do valor presente líquido (VPL) e da taxa interna de retorno (TIR), métodos tradicionais de análise de projetos, vêm sendo alvos de importantes questionamentos. Simultaneamente, uma abordagem alternativa, baseada na analogia entre oportunidades de investimento e opções financeiras, vem sendo proposta. Depois de apresentar os principais conceitos da abordagem de opções através de exemplos simples, o trabalho aplica as novas técnicas na análise de dois projetos: a instalação de uma montadora de automóveis e a expansão de uma firma produtora de uma commodity industrial exportável. Além de confrontar os resultados da abordagem de opções com os dos métodos tradicionais, a análise permite quantificar os efeitos da incerteza, das variações da taxa de juros e das condições de financiamento na decisão de investir das firmas. Finalmente, o artigo propõe que as instituições financeiras introduzam a nova abordagem na análise de projetos candidatos a financiamentos de longo prazo.

ABSTRACT Throughout the last decade, the rules for net present value (NPV) and internal rate of return (IRR), the traditional methods for project analysis, have become the targets of significant questioning. At the same time, an alternative approach, based on the analogy between investment opportunities and financial options, has been proposed. After presenting the principal concepts related to the options approach using simple examples, the article utilizes the new techniques in the analysis of two projects: the installation of an auto assembler, and the expansion of a company producing an industrial commodity for export. In addition to comparing the results of the options approach with that of traditional methods, the analysis also provides a numerical evaluation of the effects of uncertainty, variations in interest rates and financing terms on companies' decisions to invest. Finally, the article proposes that financial institutions introduce the new approach in the analysis of projects under consideration for receiving long-term financing.

* Economista da Área de Planejamento do BNDES. O autor agradece as informações, as sugestões e o encorajamento de Armando Castelar Pinheiro, Fabio Giambiagi, Haroldo Prates, Florinda Pastoriza, Oscar Quental, Ângela M. M. Santos e Sebastião Bergamini, do BNDES, e de Leonardo Gomes, da PUC-RJ. Os erros remanescentes são de inteira responsabilidade do autor.

"Ao futuro"
[Dixit e Pindyck (1994)]

1. Introdução

As instituições financeiras usam, em geral, dois métodos tradicionais de análise de projetos: as regras do valor presente líquido (VPL) e da taxa interna de retorno (TIR). Tudo o mais constante, projetos com VPL positivo ou TIR superior à taxa de desconto seriam, a princípio, melhores candidatos aos financiamentos do que projetos com VPL negativo ou TIR inferior à taxa de desconto. Além disso, projetos com maiores VPL ou TIR sinalizariam, tudo o mais constante, uma alocação mais eficiente dos recursos.

A preferência por esses métodos não é difícil de entender. As regras do VPL e da TIR são amplamente difundidas e aplicadas no campo das finanças empresariais [Brealey e Myers (1992)]. A teoria neoclássica do investimento, cuja síntese mais expressiva é o q de Tobin (1969), apóia teoricamente ambos os métodos.¹

Ao longo da última década, entretanto, a eficiência desses métodos vem sendo fortemente questionada. Dixit e Pindyck (1994), por exemplo, argüem que a sua aplicação pode induzir a decisões de investimento equivocadas. A razão é que eles ignoram duas características importantes dessas decisões: *a*) a irreversibilidade, ou seja, o fato de que o investimento é um custo afundado, de modo que o investidor não consegue recuperá-lo totalmente em caso de arrependimento; e *b*) a possibilidade de adiamento da decisão de investir.

Essas características, juntamente com a incerteza sobre o futuro, fazem com que a oportunidade de investimento seja análoga a uma opção financeira [Dixit e Pindyck (1994)]. Na presença de incerteza, uma firma com uma oportunidade de investimento irreversível carrega uma opção, ou seja, tem o direito – mas não a obrigação – de comprar um ativo (o projeto) no futuro, a um preço de exercício (o investimento). Quando a firma investe, ela exerce ou *mata* essa opção de investir. O problema é que a opção de investir tem um valor que deve ser contabilizado como um custo de oportunidade no momento em que a firma investe. Esse valor pode ser bastante elevado, e regras de investimento que o ignoram – tipicamente, as regras do VPL e da TIR – podem conduzir a erros significativos.

¹ Ver Abel (1990), para um excelente survey da teoria neoclássica do investimento.

Este artigo tem dois objetivos: *a)* discutir se os métodos de análise tradicionais – as regras do VPL e da TIR – devem ser revistos à luz da abordagem de opções para a decisão de investir; e *b)* avaliar a capacidade de os financiamentos de longo prazo incentivarem o investimento, levando em conta a abordagem de opções. Para isso, foram realizados dois estudos de caso: primeiro, sobre um projeto de instalação de uma montadora de automóveis; e, segundo, sobre um projeto de expansão de uma firma produtora de uma *commodity* industrial exportável. Em ambos, a regra do VPL é comparada com as regras de investimento da abordagem de opções, sob diferentes hipóteses quanto aos níveis de incerteza e da taxa de juros. Os impactos das condições dos financiamentos no valor presente dos projetos, no valor da opção de investir e, conseqüentemente, na regra de decisão do investidor também são avaliados numericamente.

O artigo foi organizado da seguinte forma: a Seção 2 resume a abordagem de opções para a decisão de investir e ilustra os principais conceitos com exemplos simples; a Seção 3 analisa os resultados dos estudos de caso; a importância do novo enfoque para a análise de crédito de longo prazo é discutida na Seção 4; a Seção 5 conclui o trabalho.

2. A Abordagem de Opções para a Decisão de Investir

Os Principais Conceitos

Irreversibilidade, incerteza e possibilidade de adiamento são três características importantes das decisões de investimento. Na prática, as decisões dos investidores levam em conta cada uma delas e as suas interações. Como a abordagem de opções é uma tentativa de modelar teoricamente as decisões dos investidores, o seu melhor entendimento requer, antes de tudo, uma análise mais cuidadosa daquelas características [Dixit e Pindyck (1994)].

Por que uma despesa de investimento é um custo afundado e, portanto, irreversível? Primeiro, investimentos específicos de uma firma ou de uma indústria são em grande parte custos afundados. Investimentos em propaganda, por exemplo, são específicos de cada firma e irrecuperáveis nesse sentido. Por sua vez, uma montadora de automóveis é específica dessa indústria. Um investimento malsucedido nesse caso só teria chances de ser recuperado pela venda da planta a outra firma da mesma indústria, provavelmente com um desconto bastante elevado.

Segundo, mesmo investimentos não específicos de firmas ou indústrias são parcialmente irreversíveis. Computadores, caminhões e equipamentos de

escritório, por exemplo, podem ser revendidos a firmas de diferentes indústrias, mas a preços inferiores ao custo de reposição.

Terceiro, a irreversibilidade pode ser produzida pela regulação ou por arranjos institucionais. Parte dos investimentos em concessões de serviços públicos reverte ao governo no final da concessão ou no caso de descumprimento do contrato. Controles de capitais podem limitar a venda de ativos por investidores externos, enquanto o investimento em capital humano também é parcialmente irreversível devido aos custos elevados de admissão, treinamento e demissão.

A incerteza sobre o futuro é a segunda característica importante da decisão de investir. Os valores do projeto e da opção de investir e a própria decisão de investir são afetados pela incerteza associada a variáveis relevantes, como o preço do produto, o custo dos insumos, a taxa de juros, a taxa de câmbio, a oferta de crédito e a regulação. A importância da incerteza para a decisão de investimento será um tema recorrente no restante do trabalho.

A terceira característica é a possibilidade de adiamento do investimento. Evidentemente, as firmas nem sempre têm essa possibilidade. Considerações estratégicas podem forçá-las a antecipar investimentos para inibir o crescimento dos competidores efetivos ou a entrada de competidores potenciais na indústria. Entretanto, na maioria dos casos, o adiamento dos projetos é factível. A firma deve sempre comparar o custo de adiar – o risco de entrada de novas firmas na indústria ou a perda de fluxos de caixa – com os benefícios de esperar informação nova para subsidiar a decisão de investir. Estes podem ser grandes o suficiente para justificar os adiamentos.

Essas características – irreversibilidade, incerteza e possibilidade de adiamento – podem ser sintetizadas na seguinte analogia entre a oportunidade de investimento e a opção financeira [Dixit e Pindyck (1994)]: uma firma com uma oportunidade de investimento irreversível carrega uma opção de investir no futuro (ou de esperar); ela tem o direito – mas não a obrigação – de comprar um ativo (o projeto) no futuro, a um preço de exercício (o investimento). Quando a firma investe, ela exerce a opção e paga um custo de oportunidade igual ao seu valor. O exercício da opção (o investimento) é irreversível, mas a firma sempre tem a possibilidade de preservar o valor de sua opção (adiar o investimento) até que as condições de mercado se tornem mais favoráveis.

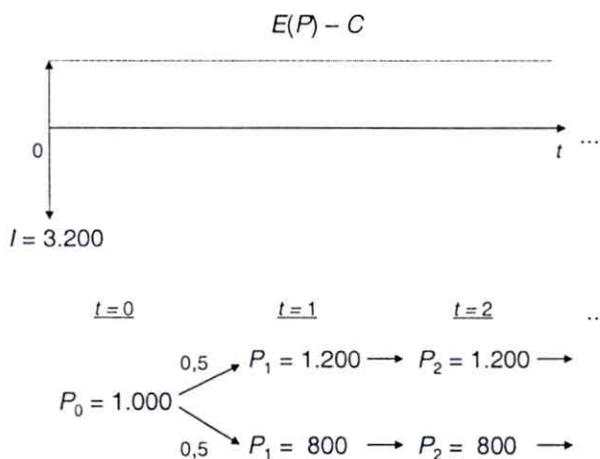
A tabela a seguir resume a analogia entre a opção de investir (oportunidade de investimento) e a opção financeira. Na próxima subseção, um exemplo numérico simples ajudará a tornar esses conceitos mais precisos.

ITENS	OPÇÃO FINANCEIRA	OPÇÃO DE INVESTIR
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

Um Exemplo Simples

As firmas investem e revisam suas decisões de investimento continuamente. Portanto, uma boa estratégia para modelar decisões de investimento é trabalhar com tempo contínuo, o que será feito nos estudos de caso da Seção 3. Entretanto, exemplos simples, nos quais as decisões de investimento ficam restritas a apenas dois pontos discretos no tempo, são úteis para fixar os conceitos e preparar o terreno para a análise de projetos mais realistas.

Considere-se uma firma que está decidindo, no ano 0, investir em uma fábrica que produzirá um único produto para sempre. O investimento I é igual a \$ 3.200 e é totalmente irreversível. A construção da fábrica é instantânea, ou seja, acontece no ano 0. A produção será igual a uma unidade por ano, a um custo operacional C de \$ 600. O preço inicial P_0 é igual a \$ 1.000, mas mudará no próximo ano: aumentará para \$ 1.200, com probabilidade 0,5, ou diminuirá para \$ 800, também com probabilidade 0,5 (então, o preço esperado $E(P)$ será igual a $0,5 \times 1.200 + 0,5 \times 800 = 1.000$). Depois, o preço permanecerá no novo nível para sempre. O diagrama a seguir sintetiza o fluxo de caixa do projeto:



Dada uma taxa de desconto r igual a 10% a.a., será que esse é um bom investimento? A firma deve investir agora ou será melhor esperar um ano, para ver o que acontece com o preço do produto? Se a firma investir agora, o VPL esperado do projeto será igual a:

$$\begin{aligned} \text{VPL} &= -3.200 + \sum_0^{\infty} \frac{[E(P) - C]}{(1+r)^t} = -3.200 + \sum_0^{\infty} \frac{[1.000 - 600]}{(1,1)^t} = \\ &= -3.200 + 4.400 = \$ 1.200 \end{aligned} \quad (1)$$

O VPL é positivo. O valor presente do projeto (V_0) é igual a \$ 4.400 e é maior que o investimento de \$ 3.200. De acordo com a regra do VPL, a firma deveria investir agora. *No entanto, essa decisão é incorreta.* O motivo é que a regra do VPL ignora a opção que a firma tem de esperar até o ano seguinte, observar a evolução do preço do produto, para só então decidir se investirá ou não. Investir agora significa exercer a opção e pagar um custo de oportunidade igual ao valor da opção. Não investir agora significa preservar a opção até o próximo período e só exercê-la se o preço do produto aumentar. Mas para decidir a firma precisa calcular o valor da opção no ano 0. Como fazer isso?

Uma maneira é calcular o VPL do projeto assumindo que, ao invés de investir agora, a firma vai esperar um ano e investir apenas se o preço do produto subir.² Seja F_0 o valor da opção de investir no ano 0. Então:

$$F_0 = (0,5) \left[\frac{-I}{1,1} + \sum_1^{\infty} \frac{P - C}{(1,1)^t} \right] = (0,5) \left[\frac{-3.200}{1,1} + \sum_1^{\infty} \frac{1.200 - 600}{(1,1)^t} \right] = \$ 1.545 \quad (2)$$

(em $t = 0$, não há despesa ou receita; em $t = 1$, a firma investirá \$ 3.200 somente se o preço aumentar para \$ 1.200, o que acontecerá com probabilidade igual a 0,5).

Se a firma investir no ano 0 (exercer a opção), o VPL do projeto será igual a $V_0 - I = 4.400 - 3.200 = 1.200$. Mas o exercício da opção requer o pagamento do custo de oportunidade $F_0 = 1.545$. Portanto, o custo total de investir no ano 0 é igual a $I + F_0 = 3.200 + 1.545 = 4.745 > 4.400 = V_0$. O valor do projeto (V_0) é menor que o custo total de investir ($I + F_0$). Conseqüentemente, é melhor a firma esperar e manter a opção *viva*, ao invés de investir agora.

² Uma outra maneira é recorrer explicitamente a métodos de valorização de opções [ver Dixit e Pindyck (1994)].

Resumindo: a regra do VPL considera apenas o *payoff* $V_0 - I$. Se ele for positivo, a estratégia recomendada é investir imediatamente. Já a abordagem de opções introduz uma nova variável (F_0), igual ao valor da opção de investir no futuro ou ao custo de oportunidade de investir no ano 0. Se F_0 for maior que $V_0 - I$ (ou se V_0 for menor que $F_0 + I$), é melhor a firma adiar o investimento. Alternativamente, se F_0 for menor que $V_0 - I$ (ou se V_0 for maior que $F_0 + I$), a firma deverá investir agora.³

Vamos supor que a firma do exemplo conheça a abordagem de opções e a considere superior à regra do VPL. Então, ela resolve não investir no ano 0 e esperar até o ano 1 para tomar sua decisão. E o que ela fará no ano 1? Isso dependerá do que acontecer com o preço do produto. Se este subir para \$ 1.200, a opção será exercida, e o seu valor (F_1) será igual ao VPL do projeto no ano 1, ou seja, F_1 será igual a:

$$V_1 - I = \sum_0^{\infty} \left[\frac{1.200 - 600}{(1,1)^t} \right] - 3.200 = 3.400$$

Se, ao contrário, o preço cair para \$ 800, o VPL do projeto no ano 1 será igual a:

$$V_1 - I = \sum_0^{\infty} \left[\frac{800 - 600}{(1,1)^t} \right] - 3.200 = -1.000$$

Nesse caso, a opção não será exercida, e o seu valor (F_1) será igual a zero.⁴

Determinantes da Opção de Investir

O valor da opção de investir é afetado por variáveis como o preço do produto, a taxa de juros, a taxa de câmbio, o custo do investimento, a oferta de crédito e a regulação. A incerteza sobre o comportamento dessas variáveis no futuro

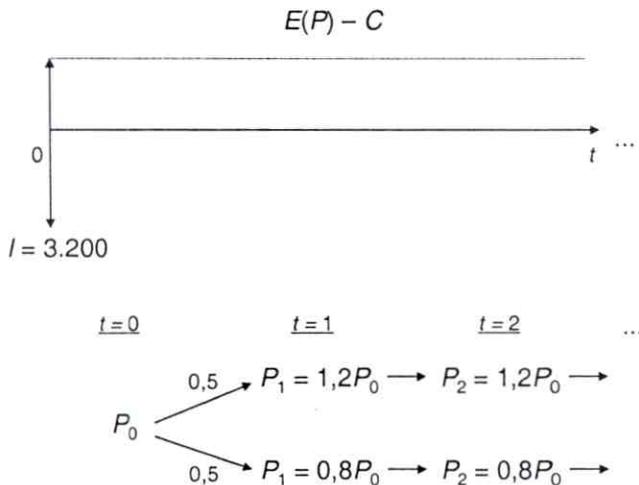
3 Dois elementos são cruciais para opor a regra do VPL à abordagem de opções: a possibilidade de adiamento e a irreversibilidade do investimento. No exemplo, se a firma não pudesse adiar sua decisão, ela decidiria investir agora, e a regra do VPL se aplicaria. Alternativamente, se o investimento fosse totalmente reversível, ou seja, se a firma pudesse desinvestir no próximo ano e recuperar os \$ 3.200 no caso de redução do preço, a regra do VPL também valeria, e a firma investiria agora.

4 Mais precisamente, $F_1 = \max[V_1 - I, 0]$. Isso acontece nesse exemplo simples, onde toda a incerteza é resolvida entre os anos 0 e 1. Por isso, a opção de esperar de fato não tem valor no ano 1, e o investimento é decidido de acordo com a regra tradicional do VPL. Na Seção 3, serão consideradas situações mais gerais onde a incerteza nunca é totalmente resolvida e a opção de esperar é valorizada em todos os períodos.

também afeta o valor da opção. Nesta subseção, o exemplo anterior será estendido para mostrar como F_0 e a decisão de investir da firma dependem do comportamento do preço do produto, do custo do investimento e da incerteza associada a essas variáveis. Os efeitos da incerteza sobre a taxa de juros também serão discutidos.

O Preço do Produto

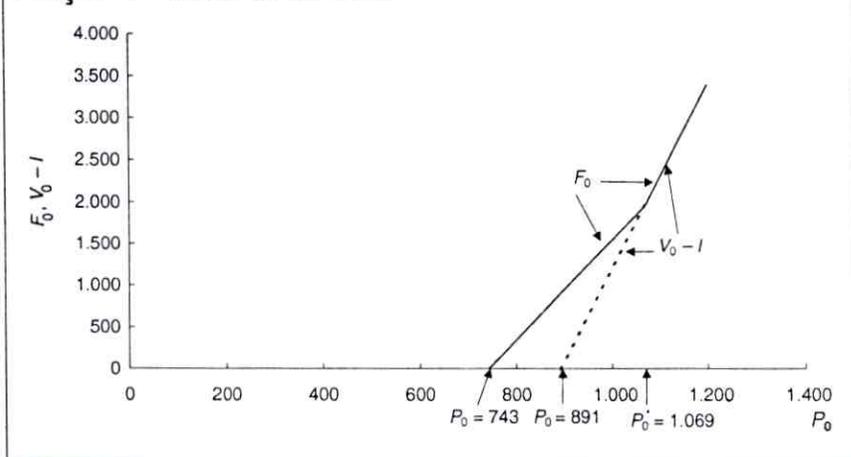
No exemplo da subseção anterior, suponha-se um preço inicial arbitrário P_0 . No próximo ano, P_0 aumentará 20%, com probabilidade 0,5, ou diminuirá 20%, também com probabilidade 0,5. Daí em diante, o preço ficará constante. As outras variáveis (I , C e r) permanecem nos níveis anteriores ($I = 3.200$, $C = 600$ e $r = 10\%$ a.a.). O fluxo de caixa do projeto está representado no diagrama a seguir:



O Gráfico 1 mostra o valor da opção de investir (F_0) e o VPL ($V_0 - I$) como funções de P_0 . A abordagem de opções define três regiões de decisão: para $P_0 < 743$, F_0 é igual a zero, e a firma nunca investirá nesse projeto; para $743 \leq P_0 \leq 1.069$, F_0 é maior que o VPL, e é melhor a firma esperar um ano e investir somente se o preço subir; finalmente, se P_0 for maior que um preço crítico $P_0^* = 1.069$, a firma deve investir imediatamente.⁵ Em contraste, a regra do VPL recomendaria o investimento quando P_0 fosse igual a 891, um valor bem menor que P_0^* .

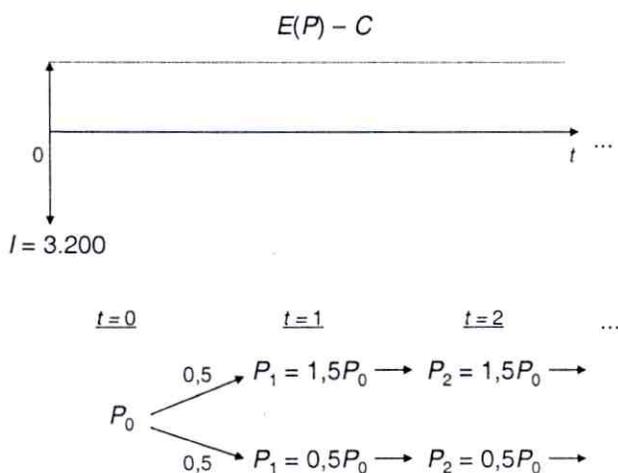
⁵ Para $743 \leq P_0 \leq 1.069$, $F_0 = 6P_0 - 4.455$, que é maior que $V_0 - I = 11(P_0 - C) - 3.200$ nessa região. Para $P_0 > 1.069$, $F_0 = V_0 - I = 11(P_0 - C) - 3.200$.

GRÁFICO 1
Preço e Decisão de Investir



A Incerteza sobre o Preço

Vamos supor agora um aumento na variância do preço no ano 1, sem alterar o preço esperado. Em vez de variar 20% no próximo ano, P_0 aumentará 50%, com probabilidade 0,5, ou diminuirá 50%, também com probabilidade 0,5. O preço esperado continua igual a $E(P_1) = 1,5P_0 \times 0,5 + 0,5P_0 \times 0,5 = P_0$, mas a variância é maior. O que acontece com o valor da opção de investir (F_0) e com o preço crítico (P_0^*)? As demais variáveis (I , C e r) permanecem nos níveis anteriores (ver diagrama do fluxo de caixa a seguir):

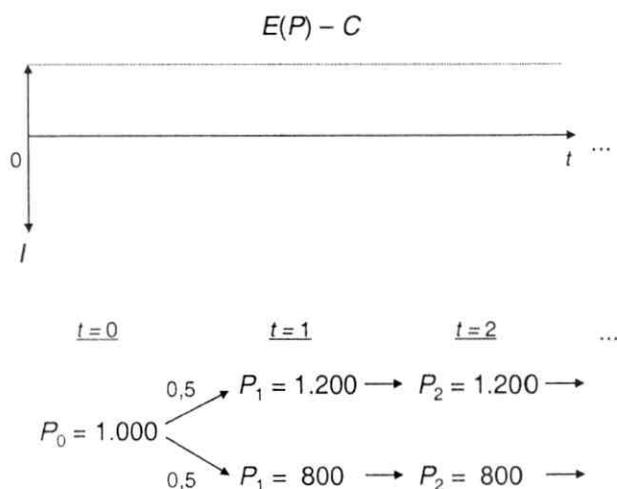


Nesse caso, F_0 será igual a $7,5P_0 - 4.455$. Se P_0 for igual a 1.000 (mesmo valor do exemplo da subseção anterior), F_0 será igual a 3.045, valor bem superior aos 1.545 encontrados quando a variação permitida de P era igual a 20% (ver subseção anterior). A explicação é que um aumento na variância do preço aumenta o *payoff* superior da opção no ano 1 ($V_1 - I$), mas não afeta o *payoff* inferior (que será zero se a opção não for exercida). Conseqüentemente, o valor da opção de esperar (F_0) também aumenta.

Já P_0^* será igual a 1.527, valor bem maior que os 1.069 encontrados antes (ver Gráfico 1). A razão é que o aumento de F_0 aumenta o custo de oportunidade de investir agora e o incentivo da firma a esperar.

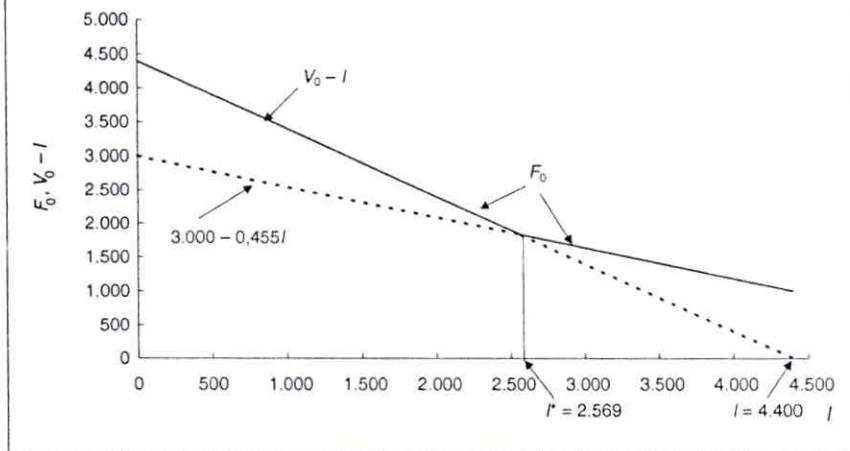
O Custo do Investimento

No exemplo da subseção anterior, o investimento é igual a 3.200 e a firma prefere esperar. Existem valores de I para os quais é melhor a firma investir agora? Para ver isso, vamos manter $P_0 = 1.000$, $C = 600$ e $r = 10\%$ a.a., mas permitir que I varie. O novo fluxo de caixa está representado a seguir:



Os impactos de diferentes níveis de I no valor da opção de investir (F_0) e no VPL do projeto ($V_0 - I$) estão representados no Gráfico 2. Novamente, a abordagem de opções define três regiões de decisão: para $I < 2.569$, o VPL de investir agora ($V_0 - I$) é maior que o VPL de esperar ($F_0 = 3.000 - 0,455I$) e, portanto, a firma deve investir imediatamente; para $I = 2.569$, $V_0 - I = F_0$, e a firma é indiferente entre investir agora ou esperar; e, finalmente, se $I > 2.569$, $F_0 > V_0 - I$, e a melhor estratégia é adiar a decisão de investir até o próximo período. Em contraste, a regra do VPL não distinguiria essas

GRÁFICO 2

Custo do Investimento e Decisão de Investir

regiões de decisão, mas recomendaria o investimento imediato assim que I fosse menor que 4.400.⁶

A Incerteza sobre os Custos

A importância do custo do investimento para a decisão de investir nos remete à questão correlacionada da incerteza sobre esse custo. Esse tipo de incerteza é especialmente relevante nos casos de grandes projetos, que requerem um intervalo de tempo significativo para serem concluídos (usinas hidrelétricas, complexos petroquímicos, siderúrgicas, grandes ferrovias ou rodovias etc.). As fontes da incerteza de custos são as flutuações imprevisíveis dos preços e das quantidades dos insumos (capital e trabalho).

A incerteza de custos afeta a decisão de investimento de forma similar à incerteza de preços e, em particular, também cria uma opção de investir no futuro, cujo valor é igual ao custo de oportunidade de investir no presente. Se a incerteza sobre a evolução dos custos no futuro for suficientemente alta, pode ser melhor para a firma adiar o investimento.⁷

⁶ $V_0 - I = 11(1.000 - 600) - I$. Igualando essa expressão a zero, obtemos $I = 4.400$.

⁷ A incerteza não incentiva necessariamente o adiamento dos investimentos. Se investir disponibiliza informação, pode ser desejável antecipar a execução do projeto. Considere-se, por exemplo, a incerteza técnica, ou seja, a incerteza sobre a dificuldade física de completar um projeto: dados os preços dos insumos, quanto tempo, esforço e quantidade de insumos serão requeridos para completar um determinado projeto? Esse tipo de incerteza só pode ser resolvido com o início imediato da execução do projeto.

A Incerteza sobre a Taxa de Juros

Dados o custo do investimento e o fluxo de caixa do projeto, a incerteza sobre a taxa de juros afeta de duas maneiras a decisão de investir:

- Ela aumenta o valor esperado dos projetos. Por exemplo, suponha-se que o fluxo de caixa seja igual a \$ 1 por ano para sempre.⁸ O valor presente é $1/r$, onde r é a taxa de juros. Se r for igual a 10%, o valor do projeto será $1/0,10 = \$ 10$. Se r for igual a 5% ou a 15%, com a probabilidade de cada evento igual a 0,5, a taxa de juros esperada será igual a 10%, mas o valor esperado do projeto será $0,5 \times (1/0,05) + 0,5 \times (1/0,15) = 13,33 > 10$. Nesse caso, o incentivo a investir aumenta.
- Ela cria um valor para a opção de investir no futuro, uma vez que a firma tem a opção de esperar e observar o comportamento da taxa de juros, para só então tomar a decisão sobre o investimento. Nesse caso, há um incentivo ao adiamento do investimento.

Em síntese, maior incerteza sobre o comportamento da taxa de juros no futuro aumenta tanto o valor esperado dos projetos quanto o incentivo a esperar. Isso faz com que o resultado líquido desse tipo de incerteza sobre o investimento corrente seja ambíguo. Por isso, uma política monetária que busque a redução da taxa de juros real para estimular o investimento e o crescimento econômico pode não ser bem-sucedida, se a incerteza sobre os níveis da taxa de juros no futuro permanecer elevada.

3. Estudos de Caso

Os exemplos e discussões da seção anterior são úteis para introduzir os principais conceitos, mas a análise de projetos do mundo real requer um instrumental mais sofisticado. Nesta seção, um modelo probabilístico, de tempo contínuo, que reconhece explicitamente a natureza de opções da oportunidade de investimento, é usado para estudar os casos de dois projetos: a instalação de uma montadora de automóveis e a expansão de uma firma produtora de uma *commodity* industrial exportável.

Os principais resultados mostram que a irreversibilidade do investimento e a incerteza sobre o futuro introduzem uma cunha entre o valor do projeto e o investimento: as firmas só têm incentivo a investir quando o valor do projeto é suficientemente mais alto que o investimento. Em particular, esses resultados invalidam as regras tradicionais do VPL ou da TIR, frequente-

⁸ Este exemplo foi retirado de Dixit e Pindyck (1994, p. 49).

mente usadas na análise de projetos. Por outro lado, exercícios envolvendo a redução da taxa de juros e a participação dos financiamentos de longo prazo no *funding* dos projetos mostram que o incentivo que as firmas têm para esperar pode ser parcialmente removido por uma política monetária que busque a redução consistente da taxa de juros real e por uma oferta de crédito adequada para o investimento produtivo.

Os resultados dos estudos de caso serão descritos em seguida. As unidades de medida foram escolhidas de modo a facilitar a exposição, mas os fluxos de caixa respeitam as informações de projetos reais. O modelo usado nas simulações, adaptado de Dixit e Pindyck (1994), está descrito em Rigolon (1999).

Instalação de uma Montadora de Automóveis

Descrição do Projeto

O projeto tem um horizonte de sete anos. A produção de um automóvel por ano requer um investimento $I = 11,3$ no ano 0. O custo operacional anual C é igual a 20,8. A firma espera que o preço P diminua à taxa de 0,8% a.a. A taxa de desconto do projeto (μ) é igual a 12% a.a. e tem dois componentes: os ganhos de capital (α) e a taxa de dividendos (δ). α é igual à tendência de redução de P (-0,8% a.a.), o que faz com que $\delta (\mu - \alpha)$ seja igual a 12,8% a.a. Finalmente, a taxa de juros do ativo sem risco (r) é de 8% a.a.

A produção poderá ser temporariamente suspensa, sem custos, se P cair abaixo de C , e reativada depois, igualmente sem custos, se P voltar a ultrapassar C . Portanto, o lucro anual será, no mínimo, igual a zero (quando P for menor que C) e, no máximo, igual a $P - C$. Uma hipótese alternativa seria considerar explicitamente os custos de interrupção da produção, caso em que a firma poderia abandonar definitivamente o projeto se os prejuízos operacionais fossem suficientemente elevados. Todavia, como a adoção dessa hipótese complicaria sobremaneira a análise sem proporcionar *insights* relevantes, optou-se por trabalhar com a hipótese de suspensão temporária, admitindo-se que ela seja suficientemente realista para a análise dos projetos estudados neste artigo.⁹

A incerteza básica refere-se ao comportamento da demanda pelo produto. Dada a escala de produção, essa incerteza reflete-se inteiramente no com-

9 O ideal seria trabalhar com uma hipótese intermediária entre a suspensão sem custos e o abandono definitivo. Mas a modelagem ficaria ainda mais complicada. Para uma discussão dos custos e benefícios de se adotar as hipóteses de suspensão temporária ou de abandono definitivo do projeto, ver Dixit e Pindyck (1994, Caps. 6 e 7).

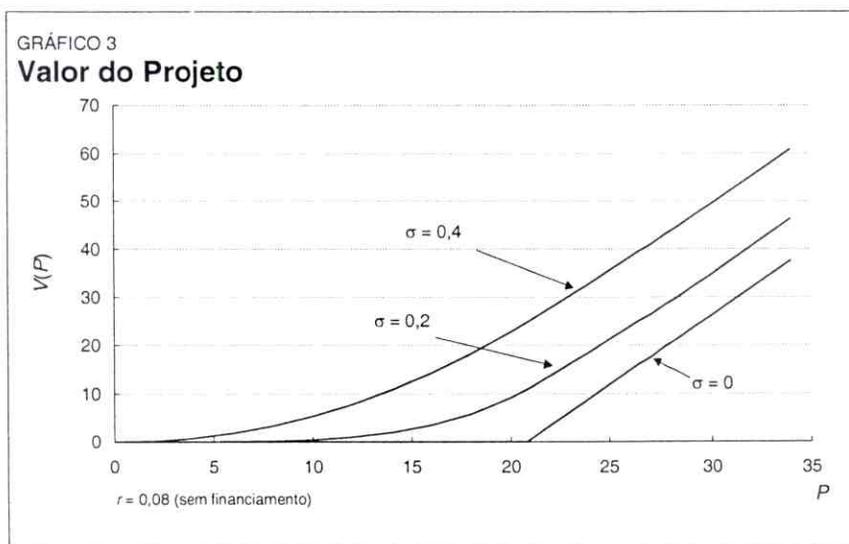
portamento do preço P . Conseqüentemente, o valor do projeto (V) e o valor da opção de investir (F) são determinados pela trajetória esperada para P . Um parâmetro importante dessa trajetória é σ , o desvio-padrão anual de P . O outro é a tendência α .¹⁰

A análise será feita em duas etapas. Primeiro, a decisão de investir da montadora é estudada admitindo-se que o projeto seja integralmente financiado com recursos próprios, dada a taxa de juros do ativo sem risco. Depois, serão permitidas variações na taxa de juros e introduzidos os financiamentos de longo prazo.

Financiamento com Recursos Próprios

O Gráfico 3 mostra o valor do projeto (V) como função de P (para $r = 8\%$ a.a. e sem financiamento). V é o valor esperado do fluxo de lucros do projeto e é monotonicamente crescente em P . Quanto maior for a incerteza sobre o comportamento de P no futuro (maior for σ), maiores serão os lucros esperados no futuro e maior será o valor do projeto.

A irreversibilidade do investimento e a incerteza sobre o futuro criam uma opção de investir no futuro. A decisão de investir agora ou esperar depende



¹⁰ Mais precisamente, P segue um movimento browniano geométrico, com tendência α e desvio-padrão σ . Para mais detalhes, ver Dixit e Pindyck (1994).

da comparação entre o valor da opção de investir (F) e o valor presente líquido do projeto ($V - I$). O Gráfico 4 representa F e $V - I$ como funções de P , para $\sigma = 0,2$ (20% a.a.) e $r = 8\%$ a.a. O preço crítico (P^*), acima do qual a firma deve investir imediatamente, é igual a 27,9. Para $P < 27,9$, F é maior que $V - I$, e a melhor estratégia é adiar o investimento. Para $P = 27,9$, $F = V - I$, e a firma é indiferente entre esperar ou investir imediatamente. Finalmente, para $P > 27,9$, $V - I$ eventualmente ultrapassaria F : o benefício marginal de investir agora ($V - I$) é maior que o benefício marginal de esperar (F). Nesse caso, a firma deve investir imediatamente e se apropriar do VPL do projeto.

A opção de investir introduz uma cunha entre o valor do projeto (V) e o custo do investimento (I). Isso significa que a firma só deverá investir quando V for pelo menos tão grande quanto um valor crítico $V^* = V(P^*)$, que é estritamente maior que I . No exemplo do Gráfico 4, $V^* = 29,4$, mais de duas vezes e meia o investimento I . Em contraste, a regra tradicional do VPL induziria a firma a investir assim que V fosse maior que $I = 11,3$, ou seja, a se contentar com um valor do projeto ou com uma taxa interna de retorno substancialmente menores.

Os efeitos da incerteza sobre a decisão de investir estão sintetizados nos Gráficos 5 e 6. O Gráfico 5 mostra que a decisão de investir depende do comportamento de $F(P)$ e $V(P) - I$ para diferentes valores de σ . Quando $\sigma = 0$, $P^* = 24,8$, e o valor do projeto V é igual ao investimento I (nesse caso,

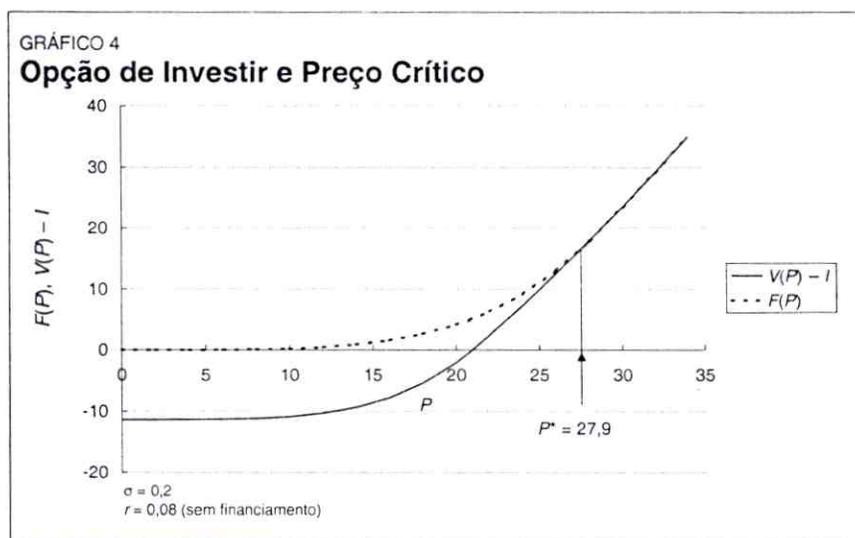
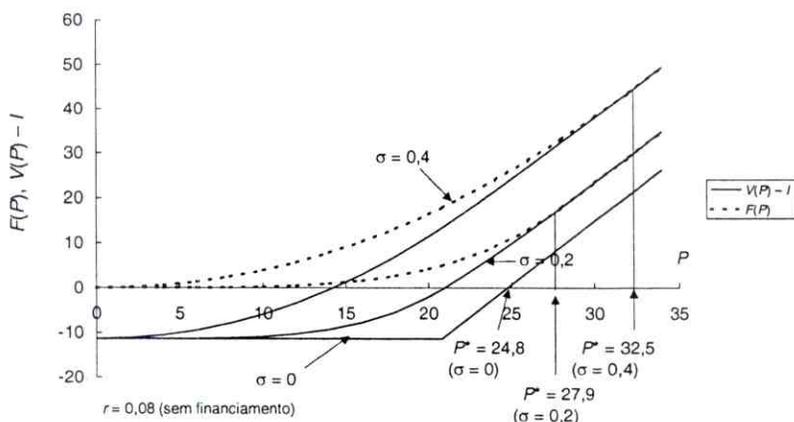


GRÁFICO 5

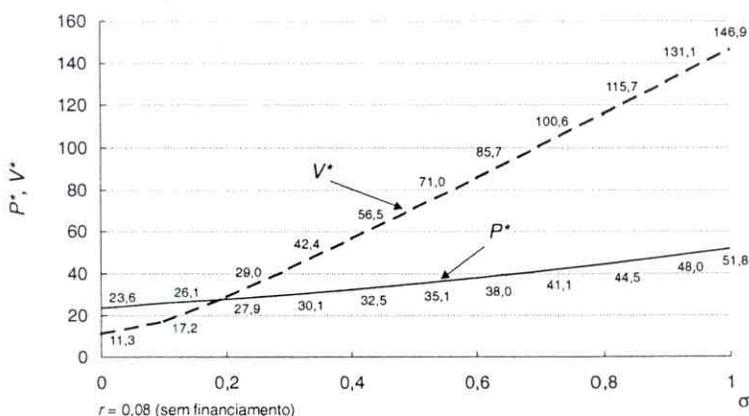
Incerteza e Decisão de Investir



que não leva em conta a incerteza, a regra tradicional do VPL se aplica). Quando σ aumenta, as curvas $F(P)$ e $V(P) - I$ deslocam-se para a esquerda. Mas o deslocamento de F é maior que o de $V - I$, o que resulta em aumentos significativos de P^* e V^* . Com $\sigma = 0,4$ (40% a.a.), por exemplo, $P^* = 32,5$ e $V^* = 56,5$. Nesse caso, a firma só deverá investir quando o valor do projeto

GRÁFICO 6

Incerteza, Preço e Valor Críticos

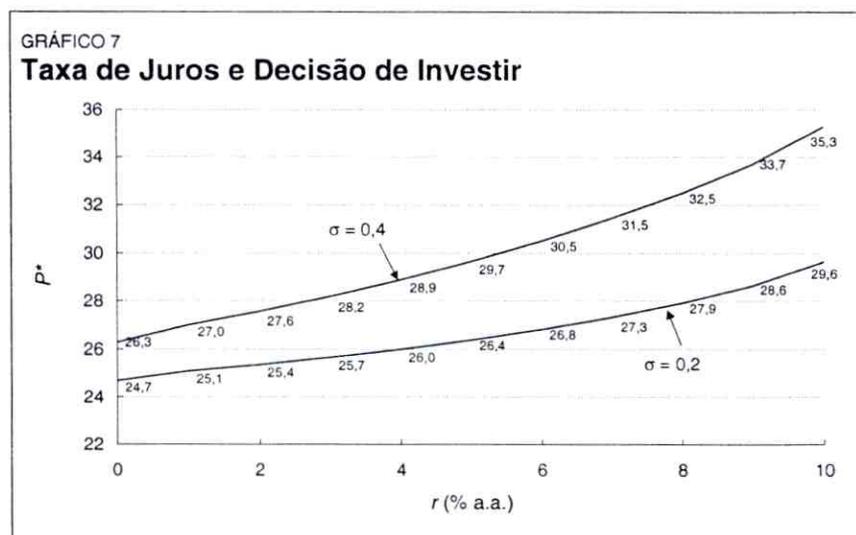


for igual a, pelo menos, cinco vezes o investimento I . Esses efeitos da incerteza sobre a decisão de investir estão representados de forma mais direta no Gráfico 6, que mostra os valores de P^* e de V^* para σ variando de zero a 1 (de zero a 100% a.a.). Os limites da regra do VPL também ficam bem caracterizados nesse gráfico: ela só se aplica quando $\sigma = 0$ e $V^* = I = 11,3$.¹¹

Mas como amenizar os efeitos negativos da incerteza sobre a decisão de investir? No caso do projeto da montadora, foram realizados exercícios para medir os impactos da redução da taxa de juros real e da introdução dos financiamentos de longo prazo. Os resultados mostram que reduções críveis na taxa de juros real e maior participação dos financiamentos no *financing* dos projetos podem compensar parcialmente os efeitos negativos da incerteza na decisão de investir.¹²

Redução da Taxa de Juros

O Gráfico 7 mostra os efeitos de variações na taxa de juros do ativo sem risco (r) sobre o preço crítico P^* do projeto estudado, para $\sigma = 0,2$ e $\sigma = 0,4$.



11 Na prática, a regra do VPL pode ser aplicada com $\sigma \neq 0$, ou seja, pode incluir uma análise de risco. Mesmo assim, os resultados seriam distorcidos porque a opção de investir permaneceria ignorada.

12 Evidentemente, esses não são os únicos instrumentos disponíveis. Os governos podem criar um ambiente mais propício ao investimento se reduzirem a incerteza sobre as suas próprias políticas no futuro – fiscal, cambial, de comércio exterior, de controle de capitais, de regulação econômica etc.

Nas vizinhanças do preço crítico, uma redução na taxa de juros aumenta o valor do projeto (V) e diminui o valor da opção de investir (F). O resultado é uma redução do preço crítico P^* (acima do qual a firma decide investir) e um estímulo ao investimento. Por exemplo, para $\sigma = 0,2$, uma redução da taxa de juros real de 8% a.a. para 5% a.a. diminui o preço crítico de 27,9 para 26,4. Já com $\sigma = 0,4$, a mesma redução da taxa de juros diminui o preço crítico de 32,5 para 29,7. Quanto maior for a incerteza, maior será o impacto da redução da taxa de juros no investimento.¹³ Evidentemente, os incentivos dessa política serão menos eficazes se persistir uma incerteza elevada sobre o nível da taxa de juros no futuro.¹⁴

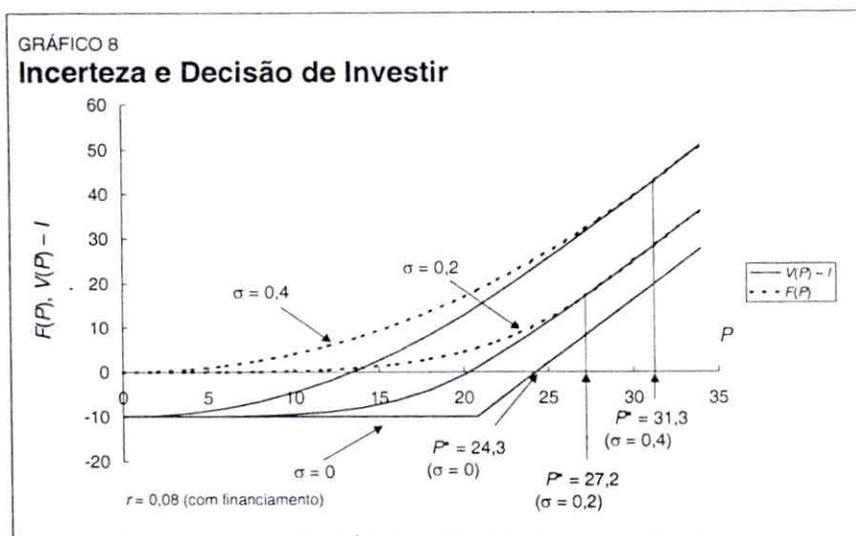
Financiamentos de Longo Prazo

E quais são os impactos dos financiamentos de longo prazo na decisão de investir? Há dois efeitos que devem ser considerados. Por um lado, dadas as condições do crédito (níveis da taxa de juros e do *spread*, prazos de carência e de amortização e participação dos financiamentos no investimento total) e a taxa de desconto, os financiamentos aumentam o valor presente do projeto (V). Esse aumento será tanto maior quanto mais favoráveis forem as condições do crédito. Mas, por outro lado, os financiamentos também aumentam o valor da opção de investir no futuro (F). Esse efeito, isoladamente, incentiva o adiamento do investimento. Portanto, as expectativas da firma quanto à disponibilidade do crédito de longo prazo no futuro são importantes para determinar em que medida V e F serão afetados.

No projeto estudado foi adotada a hipótese de que a firma continuaria a ter acesso aos financiamentos no futuro, nas mesmas condições. Os efeitos da introdução dos financiamentos podem ser visualizados pela comparação entre os Gráficos 5 e 8. No primeiro caso, não há financiamentos (o projeto é financiado integralmente com recursos próprios). No segundo, os empréstimos participam com 29% do investimento total. O aumento de V devido à introdução dos financiamentos é igual a 1,39. O aumento de F depende dos níveis de P e de σ , mas é sempre inferior ao aumento de V . O resultado é que, no Gráfico 8, as curvas $V - I$ e F são deslocadas para a esquerda *vis-à-vis* o Gráfico 5. No entanto, como o deslocamento da curva $V - I$ é maior, há uma redução dos preços críticos para diferentes níveis de σ .

13 A elasticidade (implícita) do preço crítico com relação à taxa de juros é igual a 1,8 quando $\sigma = 0,2$, mas aumenta para 2,9 quando $\sigma = 0,4$.

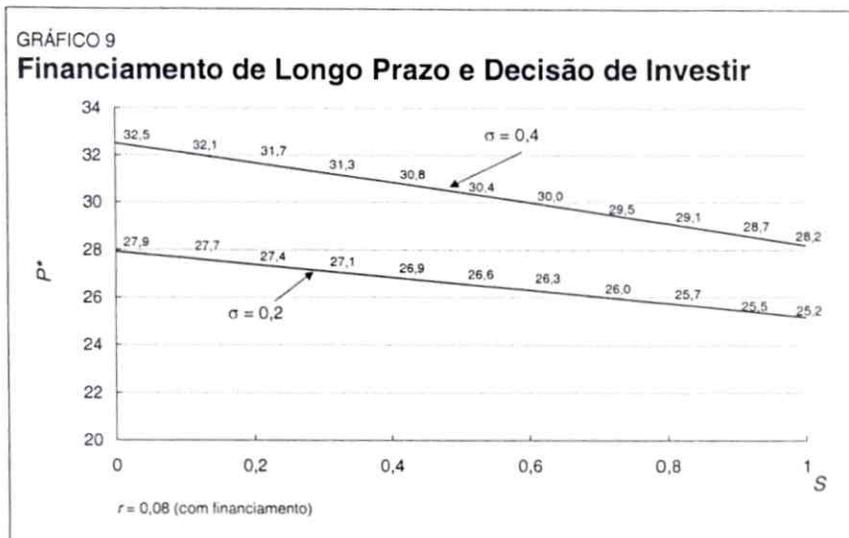
14 A importância da incerteza sobre a taxa de juros é brevemente discutida na subseção "Determinantes da Opção de Investir" (p. 143).



Por exemplo, quando $\sigma = 0,2$, a introdução dos financiamentos permite uma redução do preço crítico P^* (acima do qual a firma deve investir) de 27,9 para 27,2. Quando $\sigma = 0,4$, P^* diminui de 32,5 para 31,3. A capacidade de incentivo ao investimento também depende das condições dos financiamentos. Quanto maior for a participação dos financiamentos no investimento total, por exemplo, maior será o estímulo ao investimento. Defina-se a variável S como a participação dos financiamentos de longo prazo no investimento total. O Gráfico 9 mostra o preço crítico P^* como função de S para diferentes níveis de incerteza. Quando $\sigma = 0,2$, um aumento de S de 30% para 70%, por exemplo, reduz P^* de 27,1 para 26. Quando $\sigma = 0,4$, o mesmo aumento de S permite que P^* caia de 31,3 para 29,5. Assim como no caso da redução da taxa de juros, o incentivo dos financiamentos ao investimento aumenta com a incerteza: a elasticidade de P^* com relação a S passa de 0,11 (quando $\sigma = 0,2$) para 0,14 (quando $\sigma = 0,4$).¹⁵ Evidentemente, variações favoráveis em outras condições dos empréstimos (redução da taxa de juros, aumento dos prazos de carência e de amortização, redução do *spread* etc.) – que não foram consideradas no exercício – significariam estímulos ainda mais fortes ao investimento.¹⁶

15 Isso significa que um aumento de um ponto percentual em S reduz o preço crítico em 0,11% quando $\sigma = 0,2$, mas essa redução passa para 0,14% quando $\sigma = 0,4$.

16 Se a firma espera que não terá acesso aos financiamentos de longo prazo no futuro – devido a uma restrição creditícia de ordem macroeconômica, por exemplo –, o incentivo sintetizado na redução do preço crítico será ainda maior. Isso porque, nesse caso, os financiamentos aumentariam apenas o valor presente do projeto, deixando inalterados os valores das opções de investir no futuro.



Uma Simulação

Uma simulação envolvendo as principais variáveis que afetam a decisão de investir da montadora é útil para conferir uma perspectiva dinâmica à discussão acima.¹⁷ Vamos supor que o horizonte relevante de decisão da firma se inicie em janeiro de 1999. Dado um preço inicial P_0 , a trajetória do preço P depende da tendência (α) e do desvio-padrão σ . No projeto estudado, $\alpha = -0,008$ (-0,8% a.a.). Considere-se $\sigma = 0,2$ (20% a.a.). Dados esses parâmetros, o Gráfico 10 mostra uma trajetória possível para P entre janeiro de 1999 e dezembro de 2006, a partir de um P_0 igual a 24,3.¹⁸

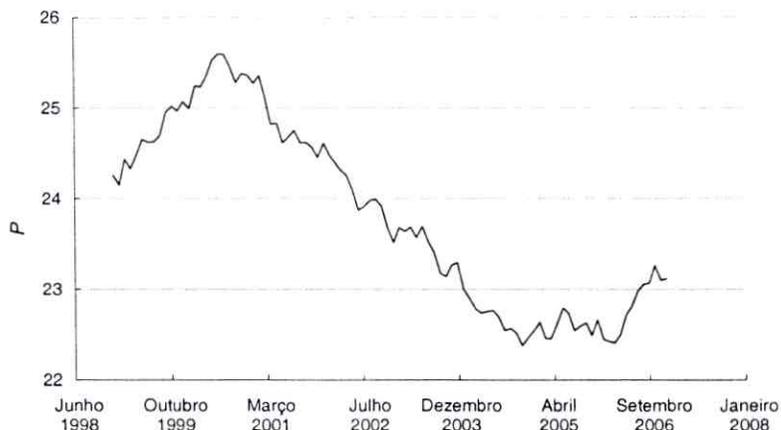
Já o Gráfico 11 descreve o comportamento da opção de investir $F(P)$ e do valor presente líquido $V(P) - I$ entre janeiro de 1999 e junho de 2002, para uma taxa de juros real r de 8% a.a. e uma participação dos financiamentos no investimento (S) de 30%. Como $F(P)$ é sempre maior que $V(P) - I$, a firma não tem incentivo a investir nesse período.¹⁹

¹⁷ Na prática, a análise deve ser operacionalizada com um número suficientemente grande de simulações (três mil, por exemplo) e com a extração das médias das variáveis relevantes.

¹⁸ Essa trajetória foi construída usando-se a equação $P_t = (1 + \alpha)P_{t-1} + \sigma \cdot P_{t-1} \cdot \epsilon_t$, onde t corresponde a meses e ϵ_t é normalmente distribuído, com média zero e desvio-padrão 1.

¹⁹ Em contraste, a regra do VPL recomendaria o investimento imediato já em janeiro de 1999, uma vez que V é maior que I nessa data.

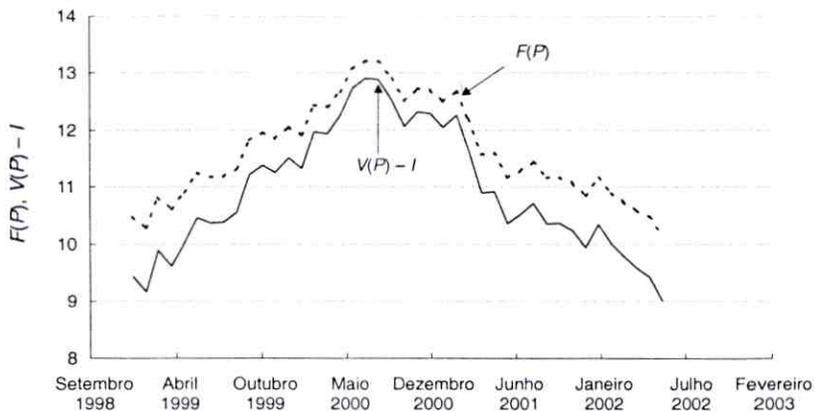
GRÁFICO 10
Uma Trajetória para o Preço

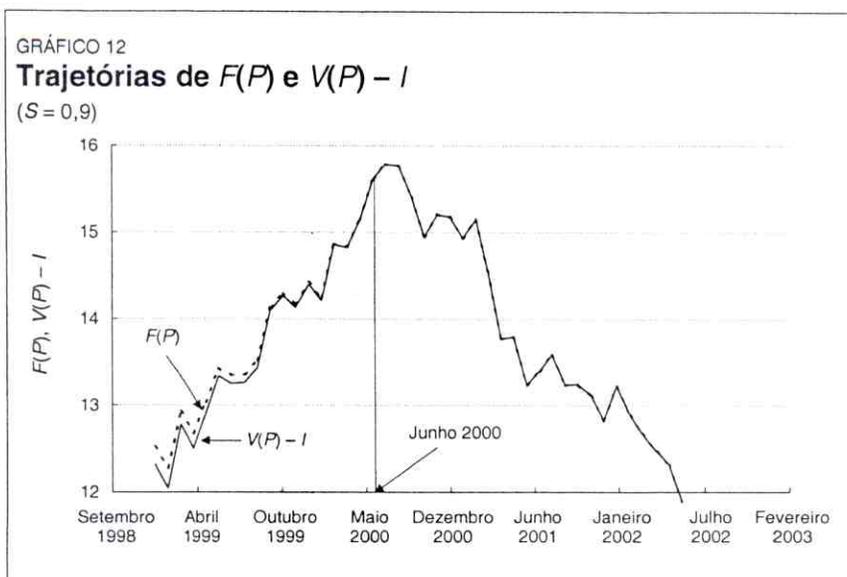


Mas o que aconteceria se a participação dos financiamentos aumentasse? O Gráfico 12 mostra os efeitos de um aumento de S de 0,3 para 0,9 (de 30% para 90%). O preço crítico P^* é reduzido de 27,1 para 25,5 (ver Gráfico 9), o que incentiva a firma a investir já em junho do ano 2000.

GRÁFICO 11
Trajetórias de $F(P)$ e $V(P) - I$

($S = 0,3$)





Expansão da Produção de uma *Commodity* Industrial Exportável

Descrição do Projeto

O projeto tem um horizonte de sete anos. Para expandir a sua produção em uma unidade por ano, a firma precisa investir $I = 221,7$ no ano 0 e incorrer em um custo operacional $C = 63,1$. A firma espera que o preço P aumente à taxa anual $\alpha = 2\%$. Os fluxos de caixa são descontados à taxa $\mu = 12\%$ a.a. A taxa de dividendos δ é igual, portanto, a 10% a.a. Finalmente, a taxa de juros do ativo sem risco r é de 8% a.a.

Como no caso da montadora de automóveis, a produção poderá ser temporariamente suspensa, sem custos, se P cair abaixo de C , e reativada depois, igualmente sem custos, se P voltar a superar C . Por isso, os lucros podem ser, no mínimo, iguais a zero e, no máximo, iguais a $P - C$.²⁰

A incerteza refere-se basicamente ao comportamento da demanda pelo produto. Dada a escala de produção, essa incerteza é inteiramente capturada pelo comportamento do preço P . O valor do projeto (V) e o valor da opção

²⁰ Ver discussão na subseção "Descrição do Projeto" (p. 149).

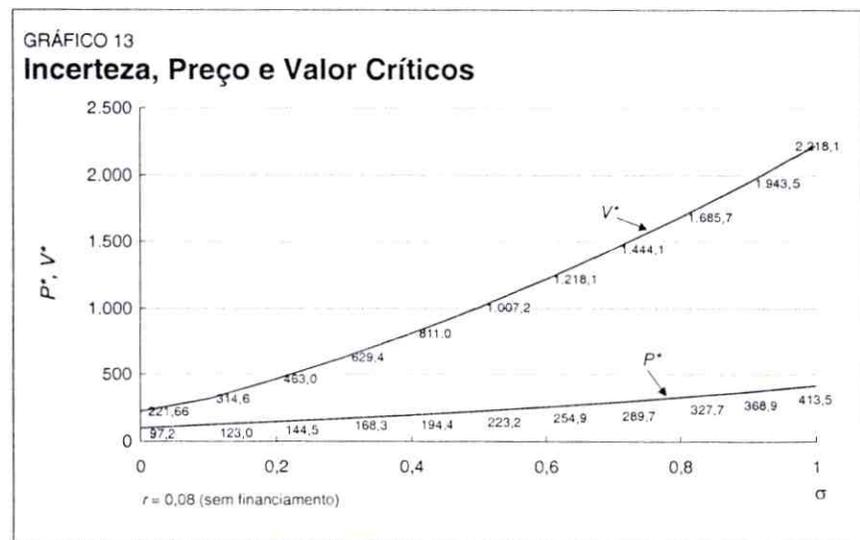
de investir (F) são determinados pela trajetória esperada para P , cujos parâmetros são a tendência $\alpha = 2\%$ a.a. e o desvio-padrão anual σ .²¹

Impactos da Incerteza, da Taxa de Juros e dos Financiamentos de Longo Prazo

Como não há diferenças conceituais com relação ao caso anterior, vamos nos ater à apresentação dos principais resultados numéricos.

O Gráfico 13 resume o efeito da incerteza sobre a decisão de investir. O aumento da incerteza aumenta o preço e o valor críticos do projeto (P^* e V^*) e incentiva o adiamento do investimento. Com $\sigma = 0,6$ (60% a.a.), por exemplo, $V^* = 1.218,1$, cinco vezes e meia o investimento $I = 221,7$. Por sua vez, $P^* = 255$, 160% maior que 97, o preço crítico observado quando $\sigma = 0$. Essas diferenças também permitem avaliar a magnitude dos erros que podem advir da aplicação da regra do VPL, já que, nesse exemplo, ela só vale quando $\sigma = 0$ (ver nota 11).

Aumentos da taxa de juros real reforçam os efeitos negativos da incerteza sobre a decisão de investir. Esses impactos são mais desfavoráveis quanto maior for o nível de incerteza (ver Gráfico 14). Para $\sigma = 0,4$, uma



21 Como no primeiro estudo de caso, P é modelado como um movimento browniano geométrico, com tendência α e desvio-padrão σ .

elevação da taxa de juros real de 8% a.a. para 12% a.a., por exemplo, aumenta o P^* do projeto de 194,4 para 236,6, o que implica uma elasticidade de P^* com relação a r de 5,4. Para $\sigma = 0,6$, o mesmo aumento da taxa de juros produz uma elevação de P^* de 254,9 para 312,1, e a elasticidade aumenta para 5,6.

Como no caso anterior, os financiamentos reduzem os efeitos negativos da incerteza sobre a decisão de investir. Quanto mais favoráveis forem as condições dos empréstimos, maior será o incentivo. Em particular, quanto maior for a participação dos financiamentos no investimento total (S), menor será o preço crítico P^* requerido para a firma iniciar o investimento. Esse efeito, representado no Gráfico 15, será mais acentuado quanto maior for o nível da incerteza. Quando $\sigma = 0,4$, um aumento da participação S de 30% para 70%, por exemplo, reduz P^* de 186,9 para 176,7, o que implica uma elasticidade de P^* com relação a S de 0,136. Quando $\sigma = 0,6$, o mesmo aumento de S diminui P^* de 243,8 para 228,7, enquanto a elasticidade aumenta para 0,154.

Os Gráficos 16, 17 e 18 resumem os resultados de uma simulação para o projeto estudado. O horizonte relevante de decisão da firma tem início em janeiro de 1999. Uma possível trajetória para o preço P , dados $P_0 = 150$, $\alpha = 0,02$ e $\sigma = 0,4$, está representada no Gráfico 16. Os Gráficos 17 e 18 mostram as trajetórias correspondentes de $F(P)$ e de $V(P) - I$. No Gráfico 17, não há financiamentos de longo prazo, ao passo que no Gráfico 18 a

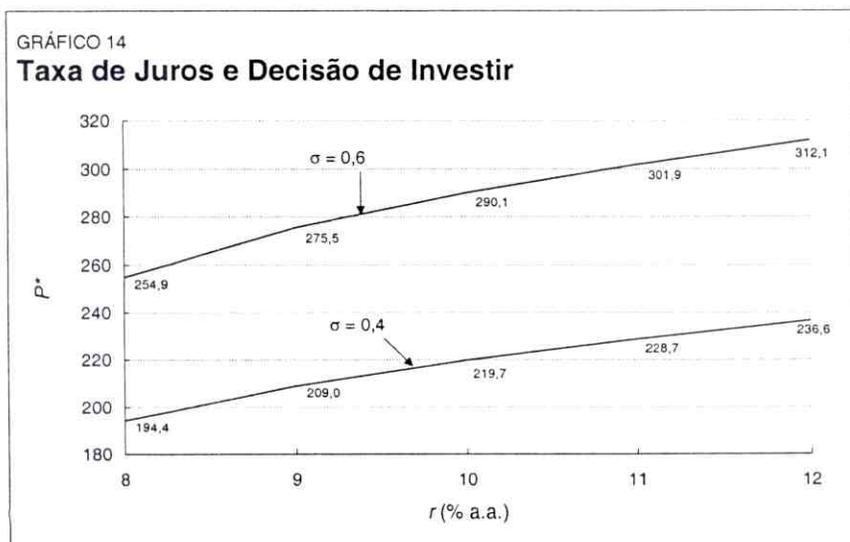
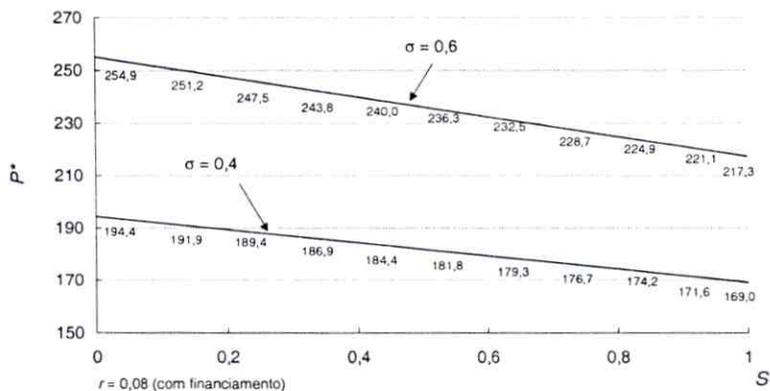


GRÁFICO 15

Financiamento de Longo Prazo e Decisão de Investir



participação dos financiamentos no investimento total é igual a 60% (em ambos os gráficos, $r = 8\%$ a.a.).

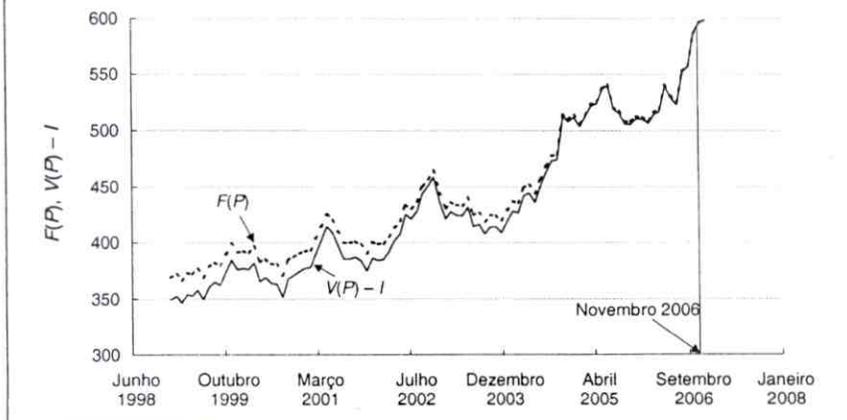
Qual é o efeito da introdução dos financiamentos? Com $S = 0$, a opção de investir (F) é maior que o valor presente líquido ($V - I$) até novembro de

GRÁFICO 16

Uma Trajetória para o Preço

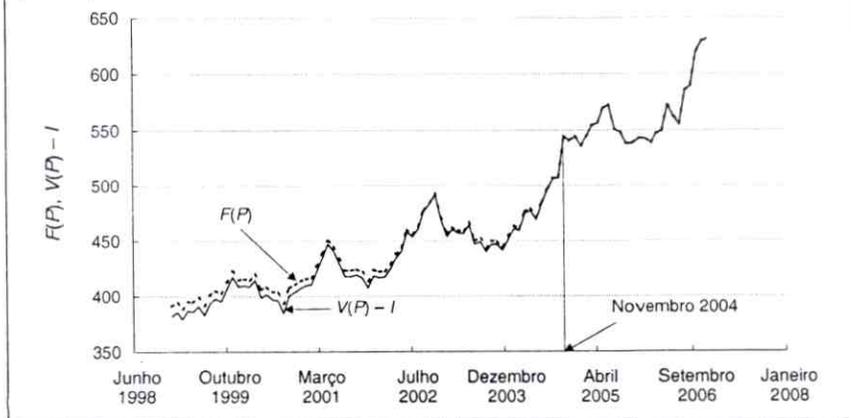


GRÁFICO 17

Trajetórias de $F(P)$ e $V(P) - I$ $(S = 0)$ 

2006. Portanto, apenas a partir dessa data a firma tem incentivo a investir imediatamente (ver Gráfico 17). Já com $S = 0,6$, há uma redução do preço crítico P^* de 194,4 para 179,3, e a firma antecipa o seu investimento para novembro de 2004 (ver Gráficos 15 e 18).

GRÁFICO 18

Trajetórias de $F(P)$ e $V(P) - I$ $(S = 0,6)$ 

4. A Importância da Nova Abordagem para a Análise de Crédito

A abordagem de opções, apresentada nas seções anteriores, reúne características que a tornam particularmente adequada para a análise de crédito de longo prazo (mas não para a de curto prazo). Isso acontece porque a natureza de opção da oportunidade de investir é relevante apenas no caso dos financiamentos de longo prazo. Irreversibilidade e baixa liquidez aumentam o risco dos financiamentos de longo prazo *vis-à-vis* os de curto prazo. Conseqüentemente, os prêmios de risco se elevam, ou condições específicas – de taxa de juros, de prazos de amortização e carência, de garantias etc. – são fixadas visando à atenuação do risco. Por ser apropriada para a análise de crédito de longo prazo, a abordagem de opções pode tornar-se extremamente útil para as instituições financeiras especializadas nessa modalidade de financiamento, como, por exemplo, os bancos de desenvolvimento.

Os estudos de caso da Seção 3 mostraram que a nova abordagem complementa e refina, em diversos sentidos, as regras tradicionais do VPL e da TIR.

Primeiro, ela permite que os bancos identifiquem o melhor momento para financiar o investimento ou, alternativamente, estimem a taxa de retorno requerida para o investimento imediato, a qual geralmente é bastante superior à estimada pelos métodos tradicionais.

Segundo, a análise dos projetos passa a considerar não apenas a taxa de desconto – que sinaliza a melhor alternativa para a aplicação dos recursos, considerando-se que o investimento será realizado imediatamente –, mas também o valor do mesmo projeto em diferentes datas e estados da natureza (cenários). Nesse sentido, a abordagem de opções permite que a análise se beneficie de um conjunto de informações mais amplo.

Terceiro, ao expandir o conjunto de informações relevante, a abordagem de opções viabiliza um tratamento mais completo da incerteza. O nível de incerteza passa a afetar não apenas o valor presente do projeto, mas também o valor da opção de investir no futuro e, conseqüentemente, a melhor data para investir ou, alternativamente, a taxa de retorno requerida para investir imediatamente. Os efeitos de variáveis como a taxa de juros, a taxa de câmbio, a oferta de crédito e a regulação econômica na decisão de investir podem também ser avaliados sob um paradigma mais completo.

Quarto, os resultados da abordagem de opções são bastante intuitivos e fáceis de interpretar. Na verdade, a abordagem de opções pode ser entendida como uma extensão da regra do VPL. A mesma intuição que apóia a regra

do VPL continua válida, desde que se tome o cuidado de contabilizar o valor da opção de investir como um custo de oportunidade. Após redefinir o VPL dessa forma, a firma vai optar por investir na data em que o VPL for o maior possível. Técnicos familiarizados com a análise de projetos usando as regras do VPL ou da TIR não encontrarão, portanto, dificuldades em trabalhar com a nova abordagem.

Quinto, a tecnologia de opções é bastante flexível e pode ser aplicada à análise de praticamente qualquer projeto. Nos estudos de caso deste artigo, o modelo usado é mais adequado para analisar projetos onde as firmas detenham uma oportunidade privilegiada de investimento. Mas ele pode ser facilmente estendido para a análise de projetos caracterizados por mercados mais ou menos competitivos, incerteza de custos ou regulatória e com investimento em vários estágios. Nos Estados Unidos, por exemplo, a abordagem de opções é adotada para orientar as decisões de investimento de grandes firmas de diversas indústrias.

Sexto, a tecnologia de opções pode ser usada pelos bancos de desenvolvimento para ajudar a fixar as condições de seus financiamentos. Por exemplo, se um banco deseja incentivar determinado projeto, as condições do financiamento podem ser escolhidas de tal modo que o investimento se torne viável a partir de um preço crítico consistente com a situação do mercado do produto.²²

Por todos os motivos apresentados, é desejável, na nossa opinião, que as instituições financeiras, em geral, e os bancos de desenvolvimento, em particular, considerem a possibilidade de introduzir a abordagem de opções na análise dos projetos candidatos aos financiamentos de longo prazo.

5. Conclusão

Durante a última década, as técnicas do VPL e da TIR, tradicionalmente usadas na análise de projetos, foram submetidas a importantes questionamentos [Dixit e Pindyck (1994)]. Provavelmente, o principal problema desses métodos é que eles ignoram características importantes da decisão de investir, como a irreversibilidade e a possibilidade de adiamento, e por isso podem induzir a decisões equivocadas.

Uma nova abordagem, baseada na analogia entre oportunidades de investimento e opções financeiras, foi então proposta como alternativa aos

²² Evidentemente, um banco de desenvolvimento público deverá considerar não apenas o retorno privado, mas também o retorno social dos projetos em análise.

métodos tradicionais. Este trabalho reviu conceitos importantes da abordagem de opções, apresentou os principais determinantes da opção de investir e descreveu os resultados de dois estudos de caso baseados em projetos reais.

As regras de investimento da abordagem de opções reconhecem a existência de uma cunha entre o valor do projeto e o custo do investimento. Na presença de incerteza, firmas com uma oportunidade de investimento irreversível só têm incentivo a investir quando o valor de seu projeto é suficientemente maior que o custo do investimento ou, equivalentemente, quando a TIR é suficientemente superior à taxa de desconto. Isso acontecerá quando o preço do produto for maior que um preço crítico.

Quanto maior for a incerteza sobre o futuro, maior será o preço crítico e menor o incentivo a investir. Diversos instrumentos podem ser usados para contrabalançar os efeitos negativos da incerteza sobre o investimento. Nos estudos de caso, foram avaliados os impactos de dois deles – a taxa de juros e os financiamentos de longo prazo.

Uma redução consistente e crível da taxa de juros real aumenta o valor presente do projeto e reduz o valor da opção de investir. O resultado é uma redução do preço crítico e um aumento do incentivo a investir.

Dadas condições apropriadas de crédito (taxa de juros mais *spread* inferior à taxa de desconto, prazos de carência e de amortização longos e participação adequada dos financiamentos no investimento total), os empréstimos de longo prazo também compensam em parte os efeitos negativos da incerteza sobre o investimento. Os financiamentos aumentam o valor presente dos projetos e o valor da opção de investir no futuro. Mas, como o aumento do valor do projeto é mais acentuado, o resultado líquido da introdução dos financiamentos é uma redução do preço crítico e um incentivo ao investimento. Esse estímulo será tanto maior quanto mais favoráveis forem as condições dos empréstimos e quanto maior for, sob a ótica da firma, a perspectiva de racionamento de crédito de longo prazo no futuro.

A abordagem de opções pode ser extremamente útil para as instituições financeiras especializadas no crédito de longo prazo (como, por exemplo, os bancos de desenvolvimento). Por um lado, a natureza de opção da oportunidade de investir é importante apenas no caso dos financiamentos de longo prazo e, por outro, a abordagem de opções complementa e refina em diversos sentidos os métodos do VPL e da TIR, tradicionais na análise de projetos. Em particular, ela permite que os bancos identifiquem o melhor momento para financiar o investimento ou, alternativamente, estimem a taxa

de retorno requerida para o investimento imediato. Em geral, essa taxa de retorno é bastante superior àquela calculada pelos métodos tradicionais.

Por todos os motivos apresentados, sugere-se que as instituições financeiras, em geral, e os bancos de desenvolvimento, em particular, considerem a possibilidade de introduzir a abordagem de opções na análise dos projetos candidatos aos financiamentos de longo prazo.

Referências Bibliográficas

- ABEL, Andrew B. Consumption and investment. In: FRIEDMAN, Benjamin, HAHN, Frank (eds.). *Handbook of monetary economics*. New York: North-Holland, 1990.
- BLANCHARD, Olivier, FISCHER, Stanley. *Lectures on macroeconomics*. MIT Press, 1989.
- BREALEY, Richard A., MYERS, Stewart C. *Principles of corporate finance*. New York: McGraw-Hill, 1992.
- DIXIT, Avinash K., PINDYCK, Robert S. *Investment under uncertainty*. New Jersey: Princeton University Press, 1994.
- RIGOLON, Francisco J. Z. *Opções reais e análise de projetos*. Rio de Janeiro: BNDES, 1999 (Texto para Discussão, 66).
- TOBIN, James. A general equilibrium approach to monetary theory. *Journal of Money, Credit and Banking*, n. 1, p. 15-29, 1969.