

5. Conclusões

Na análise de um investimento com características de incerteza, presente nos fluxos de caixa esperados do projeto, com irreversibilidade dos custos operacionais, onde o empreendedor possui a opção de adiar a implementação destes gastos iniciais, a metodologia das opções reais é dominante em relação à regra de decisão tradicional baseada no valor presente líquido. A metodologia tradicional desconsidera o valor da oportunidade de adiar a implementação de um projeto, aguardando novas informações sobre preços, custos, rentabilidade e condições gerais do mercado de atuação da firma.

A variável de maior importância para análise das opções reais é a volatilidade associada aos ganhos futuros dos projetos de investimento. Este fato foi verificado através do estudo das elasticidades do valor crítico. A volatilidade possui uma influência muito superior às demais variáveis, possuindo uma dimensão oito vezes maior que a elasticidade das taxas de juros e três vezes maior que a elasticidade dos fluxos de caixa. Um ambiente de maior incerteza eleva os valores críticos para a implementação dos projetos, reduzido a quantidade de investimentos realizados na economia. Em relação à sugestão de políticas macroeconômicas com objetivo de fornecer incentivos adequados, a diminuição de incertezas com a adoção de políticas macroeconômicas estáveis teria um impacto mais significativo que a simples redução das taxas de juros.

Como um projeto de investimento é um ativo não-negociável em mercados, estabelecemos *proxies* para o risco de investimentos de longo prazo nos setores de telecomunicações e petróleo. A volatilidade utilizada para o apreçamento das opções reais dos investimentos representa variações de longo prazo, refletindo as características estruturais e não necessariamente conjunturais destes setores da economia. Desta forma, em busca de uma medida estrutural do risco de um projeto, excluimos os movimentos de curto prazo das variações nos retornos dos ativos, através da escolha de janelas para os estimadores de máxima verossimilhança das volatilidades, capturando este horizonte de risco.

Nesta análise, compreendendo o período de 01/07/1999 a 31/10/2002, verificamos que as curvas de volatilidade de 30 e 90 dias apresentam um

comportamento de curto prazo bastante influenciado pelos movimentos do mercado de ativos financeiros, enquanto que as volatilidades de 180 e 360 dias se mostraram mais adequadas para uma análise de risco de longo prazo. Existem evidências empíricas suficientes para considerar a existência de mudanças nos regimes das volatilidades de curto prazo dos ativos, ou seja, existem períodos de muita incerteza, capturados por altas volatilidades e períodos mais estáveis, refletidos numa baixa volatilidade. Entretanto, é comum na literatura de opções reais o uso da volatilidade incondicional para a análise dos projetos, o que significa uma avaliação do risco de longo prazo associado a um projeto de investimento, desconsiderando o impacto de mudanças excessivas nas volatilidades sobre o cálculo das opções reais.

Uma das críticas relacionadas ao uso dos estimadores de máxima verossimilhança é a sua dependência das janelas de observação para se estimar as volatilidades e a ponderação por igual de todas as observações. A volatilidade tende a permanecer em níveis que são alterados de acordo com a entrada ou saída de um retorno relevante da janela de estimação. Entretanto, tal comportamento das volatilidades ao longo do tempo, formando uma curva composta por níveis, é justamente o que estamos querendo capturar.

Os modelos paramétricos da família Arch, utilizados para modelar o comportamento da volatilidade, possuem uma eficiência na análise do risco de investimentos de curto prazo, compreendendo horizontes típicos de um dia, uma semana ou um mês. As volatilidades estimadas pelos modelos Arch respondem mais rapidamente a mudanças abruptas nos retornos dos ativos e o impacto destes choques morre mais rapidamente através de um processo de reversão à média, o que o torna um modelo ideal para a análise do risco de ativos financeiros em um horizonte curto de tempo. Esse tipo de medida do comportamento para a volatilidade é exatamente o oposto do que estamos procurando.

Na análise das opções reais, o objeto de estudo são investimentos que possuem um horizonte de longo prazo, portanto a volatilidade deve excluir, na medida do possível, os choques nos retornos dos ativos relacionados à chegada de novas informações, em busca de uma medida mais estrutural da incerteza. A justificativa teórica proposta por MERTON (1980) para a estimação da volatilidade dos processos de difusão e o uso dos estimadores de máxima

verossimilhança com janelas móveis são ideais para este tipo de problema, pois estabelecem variações nos níveis da volatilidade, ao longo de um período do tempo.

Em relação aos testes buscando uma distinção entre candidatos a medidas de risco para a avaliação de um projeto de investimento, podemos verificar, em alguns períodos, uma semelhança estatística entre a volatilidade da Telemar e a volatilidade da carteira de empresas de telecomunicações no Brasil. O mesmo resultado foi verificado na análise entre a volatilidade do petróleo e a volatilidade da Petrobras, também durante alguns intervalos específicos da amostra. Nos períodos onde as *proxies* de risco podem ser consideradas estatisticamente semelhantes, a escolha de uma volatilidade sobre a outra para a análise das opções reais é irrelevante. Entretanto, na maior parte do tempo, estas medidas de risco são bastante distintas, principalmente se analisarmos as volatilidades de 360 dias.

Quando comparamos a volatilidade de uma carteira de empresas internacionais, representando o risco de um investimento neste tipo de tecnologia de produção, com a volatilidade das empresas nacionais, representando o risco de um investimento nesta indústria no Brasil, podemos verificar a presença de um risco estrutural. Considerando a volatilidade de 360 dias como a medida de risco relevante, a diferença está em torno de 12,20% no setor de telecomunicações e 16,86% no setor de petróleo. Na avaliação de opções reais, uma maior incerteza significa uma maior espera para a realização dos investimentos como consequência de um prêmio maior cobrado sobre retornos para compensar o risco, expressados sob a forma dos valores críticos dos projetos. O resultado é um período maior de espera, devido à necessidade de se obter lucros substancialmente mais elevados para compensar a incerteza. Existe uma dimensão clara do risco de um investimento do país, ou risco Brasil, pois para que um projeto seja implementado, deverá proporcionar retorno mais elevado em relação a um investimento no mesmo setor no exterior. No setor de telecomunicações, o valor de um projeto de investimento no Brasil deve ser 34% maior que um projeto realizado no mercado internacional, enquanto que no setor de petróleo o valor alcança 51%. Os valores críticos de investimentos brasileiros são mais elevados que os valores encontrados para a mesma indústria no mercado internacional e a

magnitude desta diferença é exatamente o risco microeconômico do investimento em capital fixo de longo prazo.

Em relação aos dois setores analisados, podemos observar um *mark-up* relativo maior para o setor de petróleo em relação ao setor de telecomunicações. O setor de petróleo, caracterizado pelo monopólio, estabelece um *mark-up* sobre o custo de implementação do projeto maior que o *mark-up* relativo estabelecido pelo setor de telecomunicações. Os investimentos no setor de petróleo são caracterizados por uma maior espera para a sua realização e pela obtenção de lucros necessariamente mais elevados. A elasticidade do valor da opção de espera, em relação ao valor crítico de projeto, é menor no setor de petróleo em relação ao setor de telecomunicações, permitindo uma maior espera para a realização dos investimentos. Em relação à sugestão de políticas, um setor com características de concorrência pode significar valores críticos menores para os investimentos, quando comparados com setores monopolistas, o que significa a realização de uma quantidade maior de projetos.

Os avanços nesta literatura ocorreram através da elaboração de modelos cada vez mais sofisticados, estendendo a análise das opções reais para problemas de investimento sob incerteza variados, tais como: opções de abandono do projeto; investimentos com opções múltiplas; incertezas sobre os custos de produção; incertezas sobre o preço do produto final; escolha da capacidade ótima da firma; opções que levam em consideração o tempo de construção da unidade produtiva; entre outros. Todos estes modelos possuem, de alguma forma, a estrutura básica do problema do investimento irreversível proposto por MCDONALD e SIEGEL (1986), resolvido no capítulo 2. Apesar da volatilidade influenciar de maneira significativa o valor das oportunidades de investimento, autores como DIXIT e PINYCK (1994), TRIGEORGIS (1996) e AMRAN e KULATILAKA (1999) não exploram devidamente o problema desta metodologia de avaliação das oportunidades de investimento.

Em relação a propostas para pesquisas futuras, podemos naturalmente estender este tipo de análise realizada para outros setores produtivos importantes para a economia brasileira como petroquímica, mídia e internet, energia elétrica e saneamento, bancos, mineração, bebidas e fumo, papel e celulose, transporte aéreo e siderurgia. Desta maneira estaremos estabelecendo os valores críticos para os

investimentos em capital de longo prazo das principais indústrias do país. Comparando tais valores com os valores obtidos para os investimentos no mercado internacional, estaremos verificando a magnitude do risco no Brasil, necessária para o entendimento do comportamento do investimento agregado e a possível sugestão de políticas. Também podemos colocar mais estrutura no modelo básico desenvolvido, como processos estocásticos alternativos para a evolução do valor do projeto, permitindo a análise do efeito de impostos e quebras de contratos sobre as opções de espera dos projetos de investimento.

