

7. Conclusão

O crescimento do mercado de derivativos para *commodities* do setor de energia reflete a necessidade de se desenvolver ferramentas eficientes na gestão de risco. O risco de mercado para estas *commodities* é uma variável estratégica relevante, por isso os derivativos tornaram uma maneira ampla para administrar os riscos que surgem da alta volatilidade dos preços e incertezas no mercado. Dessa forma, as opções exóticas surgem como uma flexibilidade que deve ser embutida nos contratos para proteger os agentes de mercado em cenários considerados críticos e incertos.

Um dos aspectos primordiais na avaliação de opções é determinar de que forma são tratadas as incertezas do contrato. No presente trabalho, o preço do GN é a principal fonte de incerteza e foi considerado estocástico seguindo o modelo de dois fatores de Schwartz e Smith (2000) com sazonalidade trimestral. As *commodities*, em geral, não são negociadas no mercado à vista, e sim nos mercados futuros. Para estimar os preços à vista do GN usando os preços dos contratos futuros do *Henry Hub* negociados na NYMEX, foi preciso implementar o método do filtro de Kalman que relaciona as variáveis não observáveis com os preços futuros de diversas maturidades.

Como resultado, valoraram-se as cláusulas contratuais da opção de *swing*, uma opção exótica que permite o direito de receber volumes maiores do que o contratado. Uma opção de *swing* geralmente vem associada a um contrato padrão que garante ao seu detentor o fornecimento de um determinado volume de GN. O apreçamento da opção foi feito através do modelo de árvores binomiais bi-variável em tempo discreto desenvolvido por Hahn e Dyer (2011) para o modelo de Schwartz e Smith (2000). O valor da opção de *swing* foi positivo nos dois casos analisados, mostrando que essa opção tem valor e, deve ser cuidadosamente analisada para inclusão nos contratos de GN. Por não encontrar um contrato de GN padrão no mercado brasileiro, as características do contrato avaliado foram as mesmas do definido em Jaillet *et al.* (2004).

A análise de sensibilidade foi feita para cada um dos fatores que influenciam no processo estocástico do preço do GN e no preço da opção de *swing*.

Estabeleceu-se que, por exemplo, conforme aumenta a volatilidade do preço do GN, o valor da opção aumenta, refletindo que a cláusula de *swing* é valorizada com o aumento da incerteza. O preço de exercício afeta a opção negativamente, quanto maior o preço de exercício menor o valor da opção. A taxa de juros se mostrou um fator cuja importância não deve ser priorizada.

Em síntese, o estudo realizado indica que os contratos de GN devem levar em consideração as opções de *swing*, na medida em que as flexibilidades contratuais permitem uma maior proteção quanto às incertezas de preço, indicadores econômicos e demanda e são mais adequados para fortalecer e prolongar as relações entre compradores e fornecedores.

A contribuição mais importante do presente trabalho foi a de avaliar opções de *swing* de forma discreta simples com árvore binomial para um modelo complexo de dois fatores, incluindo sazonalidade. A pesquisa contribuiu para analisar contratos com opções sem a necessidade de uma matemática muito complexa, mas eficiente e capaz de embutir mais flexibilidades e analisar outros tipos de contratos e opções. Os resultados obtidos foram consistentes e mostraram relevância ao mercado de energia.

Como sugestão para futuros trabalhos ou continuação deste, podem-se utilizar outras metodologias para o cálculo dos parâmetros do processo estocástico; comparar a previsão do preço do GN para diferentes processos estocásticos, não só para o modelo de dois fatores de Schwartz e Smith (2000); adotar outra forma de apreamento da opção de *swing*; detalhar mais os contratos de GN com o objetivo de avaliar e calcular outras opções embutidas, tais como opção de estender o contrato, opção de espera; bem como incluir multas e penalidades.