

5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

IMPACTO NO VALOR DE UMA OPÇÃO REAL DE INVESTIMENTO RESULTANTE DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE SÉRIES HISTÓRICAS DO PREÇO DO PETRÓLEO

AUTORES:

Carlos Alexandre Camargo de Abreu

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal do Ceará – PRH ANP

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 5º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 15 a 22 de outubro de 2009, em Fortaleza-CE. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 5ºPDPETRO.

IMPACTO NO VALOR DE UMA OPÇÃO REAL DE INVESTIMENTO
RESULTANTE DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE SÉRIES
HISTÓRICAS DO PREÇO DO PETRÓLEO

Abstract

We apply Real Options Theory in an economic analysis of a oil field's development. We verify its economic viability and compare the estimated results to the one obtained using traditional methods of economic evaluation. The second part of our results is focused in the analysis of impact of using different types of data when estimating a project's value using a real options model. We apply the real options model in two sets of data used to estimate the main input parameters of the model. First we use to estimate the parameters data from WTI historical prices and second we use Brent historical price series from oil contracts dealing. At last we compare both results and analyse the differences and its impacts on the projects results.

Introdução

Tradicionalmente, as organizações têm usado medidas mais estáticas de avaliação econômica de projetos. Tais métodos baseiam-se no fato de que as companhias irão seguir um plano pré-determinado do início ao fim do projeto, com receitas, custos e taxas de descontos programados, sem levar em consideração as incertezas e possíveis alterações de cenários futuros, que alterem possíveis preços e custos, durante a vigência do projeto. A gerência de um projeto tem uma atuação passiva, neste contexto. A realidade dos mercados, principalmente, onde a competitividade é uma característica forte, apresenta uma constante ocorrência de mudanças, causando uma série de incertezas, fazendo com que os fluxos de caixa de projetos previstos, inicialmente, possivelmente não venham a ser confirmados.

Considerando a avaliação econômica de um projeto pelo método do VPL com fluxos de caixa futuros incertos este será descontado a uma taxa ajustada ao risco (taxa livre de risco + prêmio de risco). Tal taxa estará de acordo com os riscos envolvidos na atividade da companhia, ou especificamente do projeto. O efeito do risco no valor do projeto será o de reduzir o valor presente do projeto em uma proporção maior do que no caso de projetos, nos quais a incerteza é inexistente. O risco na orçamentação de capital tradicional faz com que o projeto seja penalizado, isto é, quanto maior o nível de risco, menor será o seu valor presente. O risco em opções reais, traduzidos na taxa de volatilidade tem efeito contrário. Em virtude da presença da flexibilidade gerencial, há a possibilidade de, por exemplo, parar o desenvolvimento de um campo de petróleo, caso os preços sofram uma queda drástica e esperar até que o mercado se normalize. A flexibilidade tem seu valor em virtude da existência do risco de mercado dos preços do petróleo.

Os projetos desenvolvidos pelas companhias estão, normalmente, associados a uma série de flexibilidades, as quais oferecem opções durante a realização destes. Trigeorgis (1996) observa em projetos de investimento, possíveis opções de adiamento, abandono, mudança de escalas e crescimento. O conceito de opções reais é uma extensão do conceito de flexibilidade, identificado por Kester (1984). O objetivo da teoria das opções reais consiste nas mensurações quantitativas, atribuindo valor monetário à flexibilidade existente nos projetos (Trigeorgis, 1996).

As incertezas de mercado, entre outras, modificam as expectativas relacionadas à viabilidade de diversos projetos tornando-os viáveis ou não, ou seja, opções reais possuem o poder de avaliar e

valorar os custos e benefícios intangíveis da flexibilidade ao longo da vida de um projeto. A teoria das opções reais conecta a parte financeira de um projeto com grandes oportunidades estratégicas para uma companhia, permitindo valorá-las.

Ao se realizar uma avaliação estritamente financeira, pelos métodos estáticos tradicionais de avaliação econômica, dificilmente um projeto com estas características seria viabilizado economicamente, pois tais projetos, muitas vezes, apresentam um nível de investimento alto e uma grande porção de incerteza agregada a eles é ignorada, sendo analisado cenários onde a dinâmica de um projeto não é avaliada. Na medida em que o tempo passa, novas informações aparecem e as incertezas sobre as novas condições para o projeto e seus futuros fluxos de caixa são compreendidas, acarretando em uma flexibilidade para aumentar os lucros como novas oportunidades ou evitarem-se prejuízos, no caso de informações negativas.

A avaliação econômica sob a ótica da teoria das opções reais tem um bom enquadramento dentro das características do ambiente de tomada de decisão da indústria do petróleo. O óleo cru é a “commodity” que possui o mercado mais movimentado do planeta, com seus preços apresentando, historicamente, volatilidade considerável, tornando a incerteza de mercado parte intrínseca a indústria.

Os projetos de investimentos na indústria requerem grandes investimentos de capitais e são pelo menos em parte irreversíveis, isto é, o capital investido no projeto, não será recuperado, em caso de insucesso. Portanto, é de extrema necessidade otimizar o momento de investir. Outro ponto importante que caracteriza a indústria é que, normalmente, exploração, desenvolvimento e produção de um campo têm duração de décadas, podendo o tempo total de todo o processo de vida útil de um campo aproximar-se de 30 anos. Dessa forma, é possível observar a presença de flexibilidade gerencial na indústria, pois com o longo período de um projeto pode-se, adiar, postergar ou abandonar o desenvolvimento de um campo, esperando o melhor momento para investir.

Tourinho (1979) foi o primeiro a utilizar a metodologia de precificação de opções na valoração de reservas de petróleo, sob condições de incerteza de mercado. Cortazar e Schwartz (1998) valoram uma reserva não desenvolvida e mostram que parte do valor de um campo de petróleo deriva da flexibilidade gerada pela opção de adiamento do início do investimento e que tal flexibilidade sofre redução com o crescimento dos preços. Galli et al(1999) valoram um campo de petróleo comparando as metodologias de precificação de opções, árvores de decisões e simulação de Monte Carlo e analisam a flexibilidade gerencial de cada um deles.

Laughton (1998) mostra que o valor de um campo aumenta com o aumento de incertezas relacionadas aos preços do petróleo e ao tamanho da reserva, com a maior parte dos investimentos demorando mais para serem realizados quando a incerteza de preços for maior, enquanto que exploração e delineamento ocorrem mais rapidamente, quanto maior for a incerteza relacionada às reservas.

Neste trabalho, foi realizada uma análise econômica utilizando o modelo de opções reais tradicional, desenvolvido por McDonald e Siegel (1986), utilizando dados de uma simulação numérica de um campo de petróleo. Apesar da existência de uma diversidade de tipos de incerteza na exploração e produção de petróleo, neste trabalho focamos na análise das incertezas econômicas causadas pelas oscilações nos preços do óleo cru no mercado internacional. A quantificação deste tipo de incerteza é realizada, utilizando dados referentes a séries históricas do preço do óleo cru. Tal incerteza possui o potencial para causar indefinições relacionadas aos retornos econômicos de um projeto de investimento de um campo de produção de petróleo. O principal objetivo no presente trabalho é analisar os efeitos de diferentes tipos de dados de preços do petróleo no mercado internacional, na análise econômica de projetos de investimento. Discutiremos a importância da seleção de dados

corretos para determinado projeto, quando basear a análise econômica em um modelo de opções reais, especialmente em uma indústria onde a incerteza é uma característica fundamental.

Metodologia

Os dados de entradas são inseridos em um modelo matemático de opções reais em tempo contínuo baseado em McDonald e Siegel (1986). A teoria das opções reais consiste na avaliação econômica com pelo menos uma das variáveis de interesse, sendo considerada com algum grau de incerteza, a qual se comportará de forma estocástica, ao contrário de outras metodologias, onde todas as variáveis são determinísticas do início ao fim do projeto. Nesta análise da incerteza se concentrou no valor líquido dos benefícios dos projetos, mais especificamente, nas receitas que entrarão no fluxo de caixa. O Valor dos benefícios é estimado de acordo com a equação 1.

$$V = \sum (\text{Rec} - \text{imp} - \text{opex}) / (1 + i)^n ; \quad \text{equação 1}$$

$V(i)$ é o valor do projeto em cada momento futuro após o ponto focal de tomada de decisão que o projeto pode vir a tomar de acordo com a oscilação do mercado, rec são as receitas totais de vendas do óleo cru, imp são os impostos totais pagos ao longo da execução do projeto e opex é o total dos custos operacionais, excluindo, i é a taxa pela qual o projeto será descontado no período futuro e n é o número de períodos que o valor do projeto deve ser descontado.

A variável estocástica comporta-se de forma aleatória seguindo um processo estocástico conhecido como Movimento Geométrico Browniano, de acordo com a equação 2.

$$d(V) = \alpha(V) dt + \sigma(V) dz; \quad \text{equação 2}$$

onde, $d(V)$ é a variação do valor dos benefícios em função da oscilação dos preços diários do petróleo, α é a taxa de crescimento esperado para o valor de (V) , σ é o valor da volatilidade das receitas recebidas ao longo do tempo, que é representada por seu desvio padrão, ∂z é o incremento de Wiener que define a tendência da oscilação da variável estocástica. A equação implica que o valor corrente do projeto é conhecido, ou seja, seu valor no momento de tomada de decisão, porém seus valores futuros, de acordo com o processo de Wiener, são distribuídos por uma função lognormal com uma variância que cresce com o horizonte de tempo.

O cálculo do valor de uma opção real em tempo contínuo tem origem no mercado financeiro em modelo desenvolvido por Black e Scholes (1973) para estimar o valor de uma opção financeira europeia (opção de compra ou venda que pode ser realizada somente em sua data de vencimento). O modelo utiliza princípios de cálculo estocástico teoria a qual não será detalhada neste trabalho, pois o objetivo é mostrar a utilidade de modelos baseados em opções reais e não o desenvolvimento matemático. A estimativa do valor de uma opção é obtida através das soluções de uma equação diferencial representada na equação 3. Porém, uma opção real tem comportamento semelhante a uma opção do tipo americana, que pode ser realizada a qualquer momento entre o lançamento da opção e o seu prazo de vencimento. Um investimento real pode ser feito a qualquer momento, com a decisão de investimento sendo tomada no momento em que as condições forem as melhores, no mercado.

Dessa forma a equação 3 requer algumas adaptações para que possa ser utilizada na estimativa do valor da opção real de investimento. Nesse caso temos algumas condições de contorno que a equação diferencial deve satisfazer para obtermos o valor da opção de investimento. Tais condições na resolução deste tipo de equação devem ser definidas de acordo com o problema em questão. No caso temos uma questão econômica, onde o problema consiste em determinar o ponto ótimo que irá maximizar o retorno (V) de um investimento (I) . A resolução da equação definirá um valor crítico para

V e, consequentemente, para i, a partir do qual o investimento estará sendo otimizado. As condições de contorno são colocadas nas equações 4, 5 e 6.

$$\frac{1}{2} \sigma^2 (V)^2 \frac{\partial^2 F(V)}{\partial (V)^2} + (r - \delta)(V) \frac{\partial F(V)}{\partial (V)} - rF = 0 \quad \text{equação 3}$$

onde $\frac{\partial^2 F(V)}{\partial (V)^2}$ é a derivada segunda da função, $\frac{\partial F(V)}{\partial (V)}$ é a primeira derivada, F é o valor da opção, r é o retorno livre de risco do mercado, σ é a volatilidade das receitas futuras e δ é a taxa de dividendos do projeto.

$$F(0) = 0 \quad \text{equação 4}$$

$$F(V_i^*) = V^* - I \quad \text{equação 5}$$

$$F'(V_i^*) = 1 \quad \text{equação 6}$$

A equação (4) indica a barreira inferior limite da opção, isto é, se (V) for zero, o valor da opção também será zero, pois se o projeto não tiver valor a opção de aguardar o momento crítico de se investir também não existirá.

Quando o valor de V_i for superior ao valor crítico V^* o valor de adiar o investimento será maior que o termo de fluxo de lucros corrente. As condições de contornos definem a região de fronteira entre as duas regiões de parada e continuidade, onde $V_i = V_i^*(t)$. Sabe-se que no momento de parada ótima o valor da opção é igual a função de payoff de realizar o investimento imediatamente definida pela diferença entre o valor do projeto no momento de investir e o custo de investimento. Temos a condição parada ótima na equação (5).

A última condição de contorno necessária é conhecida como condição de alto contato. Esta condição coloca que, no momento ótimo de investimento os valores de $F(V)$ e $V^* - I$ devem se tangenciar. Portanto, tem-se que no ponto de alto contato, não requer somente que os valores sejam iguais, requer-se também que as derivadas das duas funções também se igualem. Essa condição pode ser observada na equação (6).

A solução da equação diferencial sob as condições de contorno fornece a estimativa do valor da opção de investimento, assim como o valor ótimo dos benefícios (V) do projeto, no qual o investimento estará sendo maximizado sob as condições de incerteza. Estima-se estes valores de acordo com as equações abaixo. $F(V)$ é o valor da opção, V o valor dos benefícios, I é o investimento necessário para realizar obra (custo da obra) e a constante B1 é uma das raízes (raiz positiva) da equação diferencial.

$$F(V) = (V)^{B1} \quad \text{equação 7}$$

$$V^* = (B1/B1-1) I \quad \text{equação 8}$$

Um modelo de opções reais aplicado na indústria de petróleo possui dois parâmetros fundamentais: valor esperado da tendência do crescimento dos preços e o nível de incerteza do mercado. Esses dois parâmetros necessitam de quantificação antes de serem utilizados como dados de entrada do modelo.

A tendência de longo prazo dos preços é um parâmetro, o qual demonstra a evolução dos preços em um período específico ou o crescimento total esperado dos preços do petróleo. Este modelo

não trata de casos com queda de preços esperada, já que neste caso o investimento não será realizado. Se uma empresa espera que os preços sofram uma queda, possivelmente, considerará uma revisão do momento de investir.

Existem algumas metodologias para estimar a tendência de longo prazo de uma variável, onde utiliza-se modelos analíticos, simulação de Monte Carlo, análise de especialista ou séries históricas de dados. Neste trabalho utiliza-se séries históricas dos preços de petróleo na estimativa dos parâmetros fundamentais do modelo, já que estamos lidando com uma commodity negociada nos mercados mundiais por um longo tempo e que possui dados públicos de fácil acesso. A equação 9 demonstra o procedimento para estimar a tendência de preços, onde n é o número de observações diárias do preço do petróleo (preço de fechamento do mercado), $P(t)$ é o preço do óleo no dia t e $P(t-1)$ é o preço do óleo no dia anterior a t .

$$\alpha = (1/n) \sum \ln[P(t) / P(t-1)] \quad \text{equação 9}$$

O parâmetro de incerteza ou nível de volatilidade indica a magnitude da oscilação dos preços do petróleo nos mercados internacionais, em outras palavras, o desvio dos preços em relação a sua média. Assim como no parâmetro anterior, para o nível de incerteza, também se utilizaram os dados históricos dos preços na estimativa. Em cada ano da análise estimou-se uma média anual, baseada nos preços de fechamento diária nos mercados. O passo seguinte foi estimar o desvio padrão anual dos preços do óleo cru. Com as estimativas de médias e desvios padrão anuais, calculamos a porcentagem anual, pela qual o preço se afastava da média, utilizando a equação 10. O último passo foi determinar das taxas anuais para o período em análise (1987 – 2008).

$$\sigma = \text{Standard Deviation (Year } t) / \text{Mean (Year } t) \quad \text{equação 10}$$

Os dados referentes ao preço do petróleo foram obtidos no departamento de energia dos Estados Unidos. Os tipos de óleo utilizados nesta pesquisa na estimativa dos parâmetros de entrada do modelo foram os dois principais negociados no mercado internacional utilizados como referências mundiais no preço do óleo cru: WTI (West Texas Intermediate) com contratos negociados diariamente na bolsa de Nova York, e o preço do barril Brent, negociado na bolsa de Londres. Os dados históricos de ambos os preços cobriram as datas de 1/1/1987 até 31/12/2008.

Estimamos o primeiro caso utilizando os dados com série histórica do preço Brent, definindo o valor da tendência e a volatilidade específica com o conjunto de dados. O mesmo procedimento foi realizado para o conjunto de dados referentes ao preço WTI. É possível observar na tabela 1 as estimativas de tendência e volatilidade para os caso 1 (Brent) e caso 2 (WTI). Com ambos os parâmetros definidos, estes foram utilizados como dados de entrada no modelo de opções reais e, posteriormente, os resultados das análises econômicas com ambos os dados foram comparadas.

Caso	Período	Tendência (α)	Volatilidade (σ)
1 (Brent)	1987-2008	2,2 %	13 %
2 (WTI)	1989-2009	2,8 %	11,80%

Resultados e Discussão

A análise econômica é baseada na avaliação de um projeto de desenvolvimento de um campo de petróleo, com incertezas referentes a principal variável relacionada às receitas futuras, o preço do óleo cru no mercado internacional. Analisamos casos detalhados na seção anterior. Os casos apresentam níveis específicos de incerteza e valor esperado de longo prazo do petróleo, de acordo com o tipo de dado utilizado na estimativa. A análise é realizada utilizando ambas as metodologias de avaliação econômica, VPL e opções reais. Custos de capital e operacional apresentam custos por barril constantes para os diferentes casos analisados. Impostos, em tais análises econômicas, também são estimados baseados em receitas (preço x barris) atrelada ao número de barris produzido.

Utilizamos o primeiro caso para a comparação da metodologia tradicional com o modelo de opções reais. A segunda comparação é utilizar o primeiro caso para comparação com o segundo caso, com dados de preço de óleo diferente, assim como tendência de longo prazo, nível de incerteza estimando impactos de dados diferentes na estimativa de tais parâmetros. Utilizando a metodologia tradicional (VPL), estimamos a diferença no valor presente dos benefícios do projeto (V), de acordo com a equação 2, e gastos com investimento (I). A regra tradicional de investimento requer que o valor presente líquido do projeto necessita ser superior a zero, apresentando um retorno monetário positivo. A regra de decisão de investimento requer que o preço do petróleo esteja em um nível, que leve os benefícios (V) a, pelo menos, valor igual ao estimado para I. No caso de valores negativos de VPL, a decisão é de não realizar o investimento, considero – o inviável economicamente. A viabilidade mínima para o caso 1 seria obtida a um preço de petróleo por barril de US\$ 24,18, gerando um benefício (V) de MM US\$ 171,68, igual ao valor estimado para o capex do projeto. Temos aqui o preço de gatilho para o investimento, utilizando a metodologia tradicional, a partir do qual o projeto é viável.

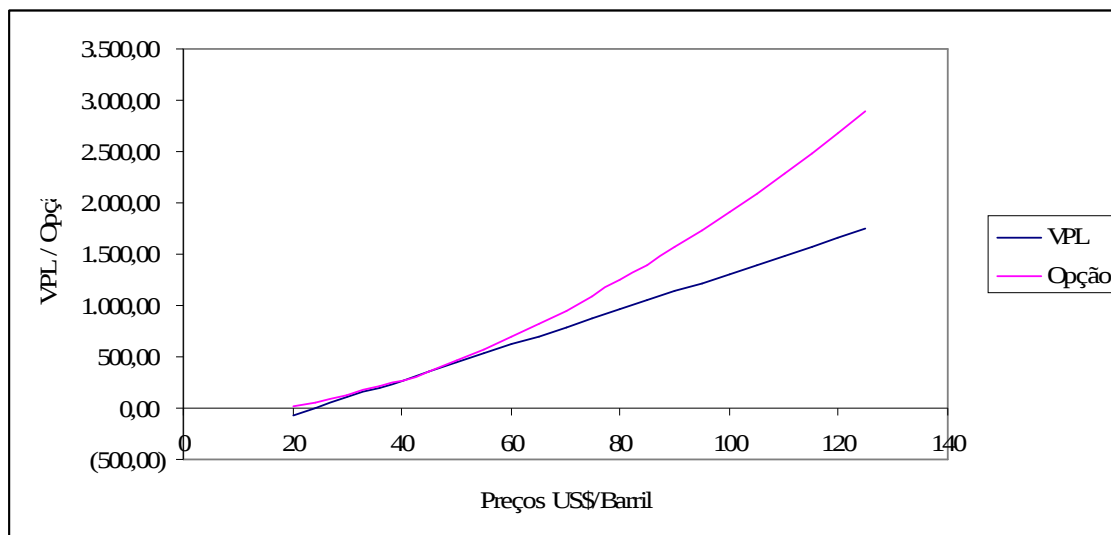
Utilizando o modelo de opções reais apresentado em seção anterior, para valorar o mesmo projeto, em nível de produção de barris de petróleo igual, não teríamos os mesmos resultados com uma decisão de investimento diferente. O preço de gatilho do VPL (US\$ 24,18) e abaixo deste valor, a opção de espera possui um valor de retorno positivo para o investimento. O investimento ótimo ou preço de gatilho do modelo de opções reais encontra-se no valor de US\$ 40,20 por barril, com um valor monetário de opção de US\$ MM 276,78, mostrando um ponto de gatilho superior ao obtido pela metodologia tradicional. Por que o ponto de gatilho da teoria das opções reais é superior? Por que valores negativos de VPL, são positivos utilizando a abordagem das opções reais?

No caso de preço do petróleo não ser suficientemente elevado para tornar o projeto um investimento viável economicamente, o gerente possui a flexibilidade de adiar o investimento e esperar uma possível oscilação positiva dos preços do petróleo no mercado spot. Se novas informações, referentes ao preço de mercado, são negativas, o gerente tem a opção de não investir, com um valor mínimo de opção sendo zero. Dessa forma, o valor de uma opção real jamais terá valor monetário inferior a zero. No caso de expectativas positivas para os preços futuros do petróleo, a flexibilidade de adiamento do projeto de investimento possui um valor positivo.

Na figura 1 é possível observar a função não linear da curva de opções reais e a função linear representando a curva de valor presente líquido para diferentes níveis de preços. O ponto de gatilho tradicional é o ponto, no qual a função linear cruza o eixo horizontal. Abaixo deste valor temos apenas valores negativos de VPL. O ponto de gatilho da opção segue as condições de contorno para resolução da equação diferencial do modelo. Dessa forma, será ótimo de se investir no ponto onde os valores de VPL e opções reais são iguais, com retorno para o projeto de US\$ 276,78 a um preço de petróleo por barril de US\$ 40,20. Preços do barril no intervalo US\$ 24,18 e US\$ 40,20 têm valores positivos de VPL, porém não seriam os investimentos ótimos, já que existe a possibilidade de elevação

5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

do preço em períodos adiante. O ponto de gatilho ótimo, que maximizaria o investimento, é o único ponto onde as duas curvas se encontram. Valores acima deste ponto, a decisão deve ser de realizar o investimento imediato.



Aplicamos o modelo de opção real no caso 2 e comparamos os resultados. É possível observar na tabela 1, comparando ambos os casos estudados, que existe uma diferença nos valores de opção e no ponto de gatilho de investimento, preço do petróleo a partir do qual se deveria investir. A diferença monetária no valor da opção real fica em torno de US\$ 30 milhões ou 10%, quando estimamos o valor da opção utilizando dados históricos de preços Brent, no caso 1, e WTI, no caso 2. A explicação para esta diferença é um efeito combinado dos dois parâmetros fundamentais do modelo de opções reais. O primeiro efeito vem da tendência esperada de crescimento anual dos preços do petróleo (α), que é inferior quando utilizamos os dados do preço Brent. Dessa forma, uma expectativa maior de crescimento dos preços torna o custo de oportunidade do adiamento do investimento maior, já que se espera que os preços cresçam em níveis maiores. O segundo efeito diz respeito a volatilidade dos preços do petróleo, onde o preço tipo Brent apresentou uma estimativa pouco superior a 1%, comparando com o tipo WTI. O motivo desse efeito causar um valor de opção superior, está na estimativa de preços mais voláteis. Como a empresa possui a opção de adiar o investimento em caso de queda nos preços do petróleo, a volatilidade terá apenas efeitos positivos, quando os preços se elevarem. Dessa forma, há um custo de oportunidade no período imediato, se as volatilidades estimadas são mais elevadas, em virtude dos valores monetários que deixarão de ser ganhos com o crescimento dos preços no futuro.

Caso	Período / Preço	Tendência (α)	Volatilidade (σ)	Ponto de Gatilho da opção (US\$/ barrel)	Valor da Opção (MMUS\$)	Diferença (%)
1	87-08 Brent	2,22%	13,00%	40,20	276,78	0%
2	87-08 WTI	2,80%	11,80%	38,45	246,56	-10,90%

Conclusões

Modelos de opções reais são ferramentas relevantes na análise econômica de projetos na indústria de petróleo, principalmente, em ambientes, onde a incerteza é uma característica primordial, como é o caso da indústria de exploração e produção de óleo e gás. A ferramenta permite a um

tomador de decisão mensurar impactos econômicos no valor dos projetos de investimentos advindos de estimativas probabilística da volatilidade nos preços do petróleo. A quantificação da flexibilidade de espera por melhores condições é o aspecto chave de um modelo de opções reais. Os modelos são bastante sensíveis aos parâmetros de volatilidade e tendência de crescimento esperado dos preços, principalmente do primeiro. Portanto, é fundamental para uma estimativa cuidadosa dos parâmetros de entrada do modelo. Não há um tipo de dados correto para se estimar os parâmetros. Porém, as empresas deveriam estimar os parâmetros utilizando dados de preços (Brent, WTI, outros...) o mais próximo de sua realidade. Os preços de referência no mercado internacional podem servir para tal mensuração no caso de não se possuir dados históricos de outros preços e se a oscilação desses estejam refletindo a volatilidade dos preços da cesta dos diversos tipos de óleo comercializado pela empresa. Utilizar dados que não venham a refletir os parâmetros rotineiros da empresa pode vir a causar sub-otimização de um investimento ou super estimá-lo, já que como observamos, uma pequena mudança nos parâmetros, devido a diferentes tipos de dados de preço, causou uma variação acima de 10% no valor do projeto. Portanto, a utilização de dados o mais próximo da realidade da empresa pode evitar possíveis perdas para uma empresa utilizando modelos de opções reais de análise de investimentos.

Agradecimentos

Agência Nacional do Petróleo, Universidade Federal do Ceará

Referências Bibliográficas

BLACK, F., SCHOLES, M.S., "The Pricing of Options and Corporate Liabilities," Journal of Political Economy, University of Chicago Press, vol. 81(3), pages 637-54, May-June, 1973.

CORTAZAR, G., SCHWARTZ, E.S. Monte Carlo Evaluation Model of an Undeveloped Oil Field. Journal of Energy Finance & Development, vol.3(1), 1998, pp.73-84

GALLI, A., ARMSTRONG, M., JEHL, B. Comparison of Three Methods for Evaluating Oil Projects. Journal of Petroleum Technology, October, 1999, p.44-49

KESTER, W.C. Today's Options for Tomorrow's Growth. Harvard Business Review, no 62, March-April, 1984, p.153-160.

LAUGHTON, D.G. The Management of Flexibility in the Upstream Petroleum Industry. Energy Journal, vol.19(1), January, 1998, p.83-114

MCDONALD R. AND SIEGEL, D. (1986) "The Value of Waiting to Invest". Quarterly Journal of Economics, 101, 707-728

TOURINHO, O.A. (1979) The Valuation of Reserves of Natural Resources: an Option Pricing Approach. PhD. Dissertation, Berkeley: University of California.

TRIGEORGIS, L. Real Options – Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation. Cambridge (EUA): MIT Press, 427 p, 1996.