

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

“OPÇÕES REAIS: O MÉTODO DE AVALIAÇÃO E UM ESTUDO DE CASO NO
SETOR PETROLÍFERO”

Patrick Pereira Lopes

No. De matrícula: 0512016-4

Orientador: Fabrício Mello Rodrigues da Silva

Tutor: Márcio Gomes Pinto Garcia

Junho, 2009

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

“OPÇÕES REAIS: O MÉTODO DE AVALIAÇÃO E UM ESTUDO DE CASO NO
SETOR PETROLÍFERO”

Patrick Pereira Lopes

No. De matrícula: 0512016-4

Orientador: Fabrício Mello Rodrigues da Silva

Tutor: Márcio Gomes Pinto Garcia

Junho, 2009

“Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e que não recorri para realizá-lo a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor”.

Patrick Pereira Lopes

“As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor”

"Melhor, e muito, é quem conhece tudo só;
é bom quem ouve dos que sabem; quem não sabe
por si nem abre o coração à sapiência
alheia, este é um homem totalmente inútil."

Hesíodo ("Os trabalhos e os Dias", vs.293, séc. VIII a.C.)

Sumário

| | |
|---|----|
| Capítulo 1. Introdução | 5 |
| Capítulo 2. O método de Fluxo de Caixa Descontado e suas Limitações | 7 |
| 2.1 Fluxo de Caixa Descontado | 7 |
| 2.1.1 Fluxo de Caixa Livre (FCL) | 8 |
| 2.1.2 Custo de capital (Taxa de desconto)..... | 10 |
| 2.2 Limitações do método de fluxo de caixa descontado | 13 |
| Capítulo 3. Método de avaliação por Opções Reais | 16 |
| 3.1 Surgimento da teoria..... | 16 |
| 3.2 Opções Financeiras x Opções reais | 20 |
| 3.3 Modelo binomial de apreçamento | 25 |
| 3.4 Tipos de opções reais..... | 27 |
| 3.4.1 Opção de adiar o investimento | 28 |
| 3.4.2 Opção de expansão | 31 |
| 3.4.3 Opção de Abandono | 32 |
| 3.4.4 Opção de parar produção temporariamente..... | 34 |
| Capítulo 4. Estudo de caso no ramo de exploração de petróleo | 37 |
| 4.1 UBX Enterprises Ltda. | 37 |
| 4.2 Análise de projetos através de opções reais..... | 42 |
| 4.2.1 O Mercado de Petróleo | 42 |
| 4.2.2 Custo de Capital da Nord Oil & Gas | 46 |
| 4.2.3 Análise do Projeto | 47 |
| Capítulo 5. Conclusão | 51 |

Capítulo 1. Introdução

O método de avaliação por opções reais é recente na história das teorias financeiras. A teoria surgiu para tentar suprir restrições que o modelo mais utilizado para avaliar ativos e projetos apresenta. O termo foi criado na década de 1970 e seu significado não poderia ser mais direto. A intenção da avaliação por opções reais (“Real Options Analysis” – ROA) é tornar mais real a avaliação de um projeto tentando mensurar o valor da flexibilidade e da incerteza que estão presentes na projeção do mesmo.

A flexibilidade que opções de investimentos oferece ao gestor de uma empresa ou projeto pode representar parcelas importantes na criação de valor. Segundo F. Peter Boer¹, professor de engenharia e negócios da Universidade de Yale nos Estados Unidos, as opções são os dragões que mudam o jogo. Sua opinião sobre as opções é:

“Uma opção é o direito de manter uma transação sem ter a obrigação de exercê-la. Algumas opções são extremamente valiosas e outras quase não possuem valor. Porém, possuir uma opção nunca será considerado um passivo. De forma geral, quanto mais opções uma pessoa tem melhor é seu posicionamento.”

Esta monografia começará expondo qual o método padrão utilizado no mercado para avaliação de ativos e projetos - o método do fluxo de caixa descontado (FCD). Em seguida serão discutidas as limitações desse modelo.

Ainda segundo F. Peter Boer¹:

“Opções são extremamente valiosas em condições de alta volatilidade e alto potencial de crescimento”

A segunda parte consiste em explicar o método ROA, que incluirá no processo de avaliação os fatores inerentes às incertezas e o valor da flexibilidade que o gestor terá durante a execução do projeto e administração do ativo.

BOER (2002)

Primeiramente apresenta-se um breve histórico do surgimento da teoria ROA e do desenvolvimento dos estudos relacionados à mesma. O progresso da teoria em opções reais está relacionado ao progresso da teoria de apreçamento de opções financeiras. Portanto, o passo seguinte será analisar quais as semelhanças e diferenças entre as opções financeiras e as opções reais.

Deste ponto em diante serão abordadas algumas especificidades do modelo ROA. Serão expostos quatro tipos de opções reais: Opção de adiar investimento, Opção de expansão, Opção de abandono e a Opção de parar temporariamente a produção. Um exemplo prático para cada uma das opções será analisado brevemente.

A última parte do estudo compreende o estudo de caso no setor petrolífero. O caso enquadra-se perfeitamente para análise por ROA, pois se trata de um mercado muito volátil. O produto final dessa indústria é uma commodity, o que faz com que a incerteza diante da operação seja muito grande. O negócio possui grande potencial de crescimento e seus estrategistas possuem algumas opções a serem estudadas ao longo do tempo.

A empresa que será analisada é a Nord Oil & Gas Ltda. (“Nord”), pertencente ao grupo UBX Enterprise Ltda. (“UBX”). A UBX é um grupo de empresas que oferece soluções corporativas e serviços para o setor de Petróleo, de Gás Natural e de Energia no Brasil e na América do Sul. O trabalho irá valorar a opção que a empresa tem de parar temporariamente sua produção diante de preços de mercado para venda do petróleo muito baixos. Assim será conhecido o valor que essa opção agrega ao projeto.

Na conclusão do trabalho serão expostas as modificações necessárias no modelo proposto para que a análise do projeto se torne mais complexa e, com isso, mais realista. O modelo elaborado é, na área de análise de opções reais, bastante simples. Por isso, algumas mudanças na análise de algumas variáveis devem ser feitas.

Capítulo 2. O método de Fluxo de Caixa Descontado e suas Limitações

2.1 Fluxo de Caixa Descontado

O método de fluxo de caixa descontado (FCD) é ainda o padrão no processo de “Valuation”. É o método mais usado por empresas de consultoria, por bancos de investimentos e é amplamente difundido no mercado financeiro. Por ser de simples explicação para clientes que não dominam muito bem alguns conceitos de finanças, é também o mais indicado para as avaliações de empresas no mercado de fusões e aquisições (F&A).

Empresas e projetos de investimentos são criados e desenvolvidos para criar valor e riqueza. Uma vez que o valor e a riqueza são gerados, serão distribuídos para aqueles que possuem ações da empresa. Gera-se riqueza e valor através da geração de caixa para ser distribuído posteriormente, ou seja, o valor da empresa ou de um projeto está na sua capacidade de geração de caixa em diferentes períodos de tempo no futuro.

Para trazer a valor presente os fluxos de caixa futuros é usada a seguinte equação matemática:

$$VP (FCL) = \sum_{t=1}^T \frac{FCL_t}{(1 + CMPC)^t}$$

Onde FCL representa o fluxo de caixa livre do período, CMPC representa o custo médio ponderado do capital e n o período em que o FCL está posicionado no tempo.

Resumindo, o método consiste em estimar os fluxos de caixa a serem gerados no futuro, trazer todos esses valores a valor presente descontando através de uma taxa e chegando-se, por fim, ao valor presente líquido dos fluxos futuros. Sendo assim, o método FCD pode ser dividido em duas grandes partes: cálculo do fluxo de caixa livre e o cálculo da taxa de custo de capital.

2.1.1 Fluxo de Caixa Livre (FCL)

O fluxo de caixa livre consiste no caixa gerado pela operação da empresa que não será mais usado em nada para operação da mesma. Ou seja, o capital que deveria ser utilizado para manter a operação da empresa já foi usado e esse caixa está “sobrando”.

Para chegar ao valor estimado do FCL são seguidos alguns passos que são brevemente explicados a seguir.

Primeiro passo é projetar o Demonstrativo de Resultados (DRE) da empresa na data-base escolhida. O DRE será projetado item a item de acordo com a operação de cada empresa. O objetivo é estruturar receitas, custos, despesas e impostos para chegar ao lucro líquido e realizar alguns ajustes para calcular o FCL.

- **Receita Bruta:** Sua projeção envolve a análise dos mercados em que a empresa atua. Projeta-se o volume do produto a ser produzido e seu preço. O nível de detalhamento a ser utilizado, sazonalidade na demanda e outras incertezas são problemas que surgem na projeção dessa variável. Todas essas considerações tornam a receita bruta umas das variáveis mais difíceis de ser projetada.
- **Receita Líquida:** Calcula-se sobre a receita bruta o valor dos tributos a serem pagos. Os principais, no Brasil, são: PIS, Cofins, ISS, IPI e ICMS. Subtrai-se então o valor dos impostos e chega-se ao valor da receita líquida.
- **Custo dos Serviços Prestados:** Também conhecido como custo da mercadoria vendida, inclui todos os custos de produção e venda do produto da empresa. Seu crescimento ao longo do tempo muitas vezes é atrelado a um percentual do crescimento estimado para a receita.
- **Despesas Totais:** Incluem as despesas com pessoal administrativo, escritório, recursos humanos, tesouraria, enfim, todas as áreas não operacionais da empresa. Também são muitas vezes projetadas atreladas ao crescimento estimado da receita.
- **Lucro antes dos juros, impostos de renda, depreciação e amortização (Lajida/Ebitda):** Trata-se da receita líquida menos os custos dos serviços prestados e as despesas totais, sem incluir ainda a depreciação e/ou a amortização de ativos diferidos. Reflete a capacidade de geração de caixa operacional da empresa.

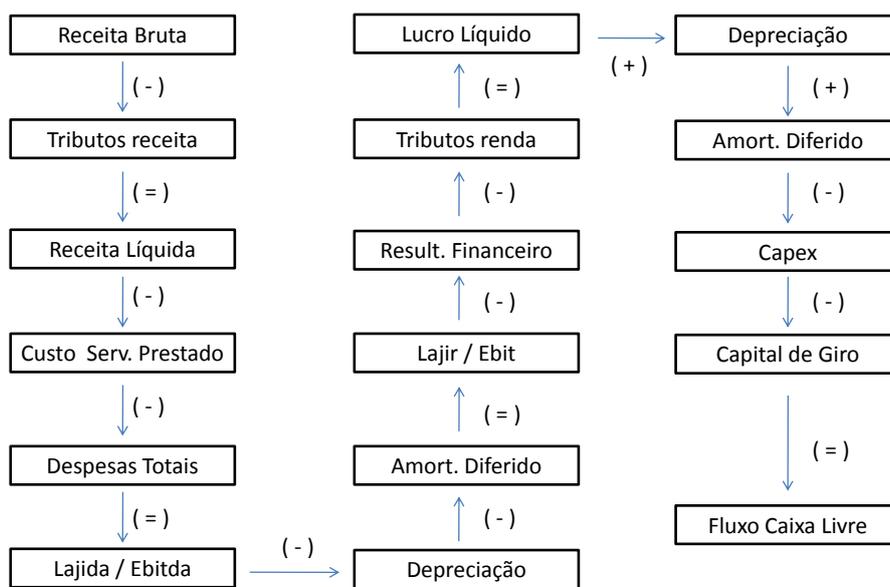
- **Depreciação:** Custo decorrente do desgaste e/ou obsolescência dos ativos imobilizados. Não consiste em uma saída de caixa, portanto, entrará no cálculo do lucro líquido mas será removida para chegar-se ao fluxo de caixa livre.
- **Amortização dos ativos diferidos:** Interpretação análoga à depreciação. Deve-se tomar cuidado para não confundir com a amortização de dívidas.
- **Lucro antes dos juros e impostos de renda (Lajir / Ebit):** Trata-se do Lajida menos a depreciação e a amortização de diferido.
- **Resultado Financeiro:** É o saldo entre receitas e despesas financeiras. Aqui constam rendimentos de aplicações, juros sobre financiamentos, taxas bancárias e outros resultados financeiros que venham a ser obtidos.
- **Tributos sobre renda:** Aplicam-se sobre o Lajir as respectivas taxas de Imposto de renda sobre pessoa jurídica e contribuição social sobre lucro líquido, no caso de uma empresa brasileira.
- **Lucro Líquido:** É obtido subtraindo-se do Lajir os impostos sobre renda e o resultado financeiro. É o ponto de partida para o cálculo do FCL.

Nesse momento são necessários alguns ajustes pois o lucro líquido não representa o caixa que entrou na empresa e sim um valor contábil. Para chegar-se ao caixa que efetivamente entrou em cada período na empresa, são necessários os seguintes ajustes:

- **Somam-se as depreciações e amortizações ao lucro operacional:** Isso acontece pelo fato de depreciação e amortização de intangíveis não serem saídas de caixa. Seu único intuito é a redução da base de cálculo para impostos sobre a renda.
- **Descontam-se investimentos em ativos permanentes (Capex – Capital Expenditures):** Engloba principalmente os investimentos em ativos imobilizados e consistem em saídas de caixa assim que forem postos em prática. E por não serem considerados no demonstrativo de resultados entram nessa parte do cálculo.
- **Descontam-se investimentos em capital de giro:** Capital de giro é o dinheiro necessário para girar o negócio. Necessidade gerada pela diferença de prazos entre fornecedores, pagamentos de clientes, geração de estoques e pagamento de tributos e funcionários.

Após calcular o lucro líquido da empresa em cada período, desconta-se o investimento a ser feito por período, o capital de giro necessário e soma-se o valor da depreciação. Esse será o valor a ser trazido a valor presente para chegar-se ao valor

econômico da empresa. A figura abaixo representa passo a passo o caminho para se calcular o FCL.



A decisão de investir ou não em um projeto ou na compra de uma empresa é baseada no resultado do valor presente líquido gerado pelo fluxo de caixa livre. Se for maior que zero, a teoria diz que o investidor deve realizar o investimento.

A estrutura utilizada acima é a mais difundida. Em algumas análises o efeito do capital de terceiros na empresa, ou seja, dos financiamentos utilizados não são considerados. Faz-se isso para analisar a operação isolada da empresa sem o uso de alavancagens financeiras. Nesse caso as principais diferenças dentro do método serão vistas na próxima etapa do cálculo.

2.1.2 Custo de capital (Taxa de desconto)

A segunda parte do processo de avaliação pelo FCD trata do cálculo da taxa ao qual vai ser descontado a valor presente o valor de cada fluxo de caixa livre projetado na primeira parte. A taxa de desconto também pode ser chamada de custo do capital e

recebe esse nome por representar o custo de oportunidade que o agente tem em utilizar aquele dinheiro para este fim ao invés de qualquer outro de risco similar.

A empresa pode, basicamente, adquirir capital através de duas fontes: capital de seus próprios acionistas e capital de terceiros através de empréstimos. Sendo assim, o cálculo da taxa final ao qual será descontado o FCL será a composição de duas parcelas. Uma representa o custo do capital de terceiros e outra determina o custo do capital próprio. Deve-se considerar também o peso de cada fonte na estrutura de capital da empresa para que a taxa não fique distorcida. Logo, é feita uma ponderação dos custos de cada fonte pelo seu peso na estrutura de capital da empresa.

O modelo que representa em uma equação a teoria acima é chamado de Custo Médio Ponderado de Capital (Weighted Average Cost of Capital). Segue abaixo a fórmula gerada pela intuição do WACC:

$$\text{WACC} = (E / (E+D)) * \text{Re} + (D / (E+D)) * \text{Rd}$$

Onde:

E = Capital próprio; **D** = Capital de terceiros; **Re** = Custo de financiamento através de capitais próprios; e **Rd** = Custo do capital de terceiros.

Pela equação percebemos que a ponderação é realizada pelo primeiro termo de cada parcela. Esses termos correspondem ao percentual de capital próprio em relação ao total e o percentual de capital de terceiros em relação ao total de capital da empresa, respectivamente.

Os valores de E e D são observáveis através do último demonstrativo contábil que a empresa possui disponível, portanto, é um valor que não precisa ser calculado. Para seguir com a análise, faltam duas variáveis da equação: custo de capital de terceiros e custo de capital próprio (Re e Rd).

O custo de capital de terceiros é, em teoria, mais fácil de ser calculado. A taxa dependerá daquilo que qualquer outra taxa de empréstimo depende, ou seja, do risco do agente não pagar a dívida e das taxas praticadas no momento no mercado. O que é feito geralmente é uma média ponderada de todos os empréstimos tomados pela empresa e/ou títulos emitidos. Com isso chega-se a uma taxa média da dívida da empresa com terceiros.

Vale lembrar que o valor gasto pela empresa com encargos financeiros é dedutível da base sobre a qual serão calculados os impostos de renda e de contribuição social (representada pela sigla LAIR). Portanto, deve-se retirar do valor da taxa o efeito do benefício fiscal que o empréstimo tomado gera para a empresa. Esse ajuste é feito multiplicando-se a taxa média encontrada para as dívidas por um fator que representa o desconto do benefício fiscal gerado pelo empréstimo:

$$R_d = R_b * (1 - T)$$

Onde, **R_d** = Custo do capital de terceiros; **R_b** = Taxa média encontrada para as dívidas;
T = alíquota de imposto de renda e contribuição social

Cálculo do custo de capital próprio (R_e)

Portanto, para finalizar o cálculo do WACC resta o cálculo do custo do capital próprio da empresa. Para esse fim é utilizado um modelo chamado CAPM (Capital Asset Price Model), ou seja, modelo de apreçamento de ativos de capital. O modelo CAPM analisa o custo de capital através do risco que o ativo possui. Sendo assim, a taxa é dividida em duas partes: taxa livre de risco e um prêmio pelo risco de mercado:

$$R_e = R_f + \beta * (R_m - R_f)$$

Onde, **R_f** = taxa livre de risco; **β** = variância do ativo em relação ao mercado de ações;
R_m = taxa de retorno esperada de mercado

Ativo livre de risco é aquele que oferece o menor risco de que o emissor não irá honrar o compromisso assumido. Atualmente os títulos do governo norte-americano são as taxas consideradas com o menor risco e são as mais usadas nos modelos CAPM elaborados pelos analistas.

A segunda parcela do modelo representa o prêmio que o agente deve receber por trocar um ativo livre de risco pelo ativo que é atrelado ao risco de mercado. A intensidade com que isso irá afetar o modelo é definida pelo valor de **β** que será utilizado.

O **β** é a mensuração da relação entre os retornos de certo ativo e o retorno no mercado como um todo. É calculado pela divisão da covariância entre os retornos do ativo e do mercado pela variância dos retornos do mercado. Quando a empresa não

possui capital aberto para coleta da variação nos preços de sua ação é comum utilizar-se um β médio do setor no qual a empresa atua.

A fórmula do CAPM foi elaborada para aplicação em empresas dos países desenvolvidos. Para análises em países emergentes acrescenta-se um novo fator na equação do modelo: o risco-país. Esse ajuste é feito quando os outros parâmetros utilizados no modelo são dados dos Estados Unidos. Apenas se usa dados diretamente de países emergentes quando o risco inerente ao negócio analisado não puder ser mensurado pelo risco país e quando o analista não achar coerente utilizar os dados do mercado norte-americano. Deve ser mensurado o nível de risco ao qual a análise está exposta para adicionar esse valor à taxa de desconto e não distorcê-la.

Segue, portanto, a equação final do modelo CAPM:

$$R_e = R_f + \beta * (R_m - R_f) + R_p$$

Onde, **R_p** = Risco-país

Com o término da derivação do custo de capital, possuímos todas as variáveis para estimar o custo médio ponderado de capital pela fórmula já apresentada anteriormente:

$$WACC = (E / (E+D)) * R_e + (D / (E+D)) * R_d$$

Onde,

E = Capital próprio; **D** = Capital de terceiros; **R_e** = Custo de financiamento através de capitais próprios; e **R_d** = Custo do capital de terceiros.

2.2 Limitações do método de fluxo de caixa descontado

O método de FCD é vastamente utilizado pelos profissionais da área mas não deixa de apresentar brechas em sua teoria. Existem duas grandes críticas com relação à abordagem do modelo: uma relacionada ao horizonte de tempo da projeção e a outra ataca a forma como é tratada a flexibilidade dos negócios e estratégias da empresa ao longo do tempo.

Para realizar a análise através do FCD é preciso ter uma delimitação de tempo para consideração dos fluxos de caixa. É impossível prever o que acontecerá com uma

empresa e/ou com o mercado daqui a 20 anos, por exemplo. Dependendo do caso, o estudo pode compreender o horizonte de 3, 5 ou 10 anos de projeção. Após esse período é considerado um valor residual, muitas vezes chamado também de perpetuidade.

O valor residual é baseado na teoria de que as empresas e projetos geram fluxos de caixa por um longo período de tempo ou, pelo menos, mais tempo que o considerado na projeção. Sendo assim, é considerado um valor que é calculado perpetuando-se o último fluxo de caixa do período em análise. Esse valor representará os fluxos que ocorreriam após o período projetivo considerado.

Quando um investimento é praticado pela empresa leva certo tempo para que o mesmo comece a gerar caixa positivo. Outro erro que acontece freqüentemente é que, dependendo da duração da projeção e do período de início de um projeto, o retorno gerado por este projeto pode ficar fora dos fluxos de caixa considerados na projeção.

Sendo assim, quando aplicado o valor residual, o retorno gerado por aquele investimento não está incluído no valor que foi perpetuado no cálculo da geração de caixa. Portanto, apenas a saída de caixa referente aquele projeto foi considerada. Assim o projeto estará sendo subavaliado.

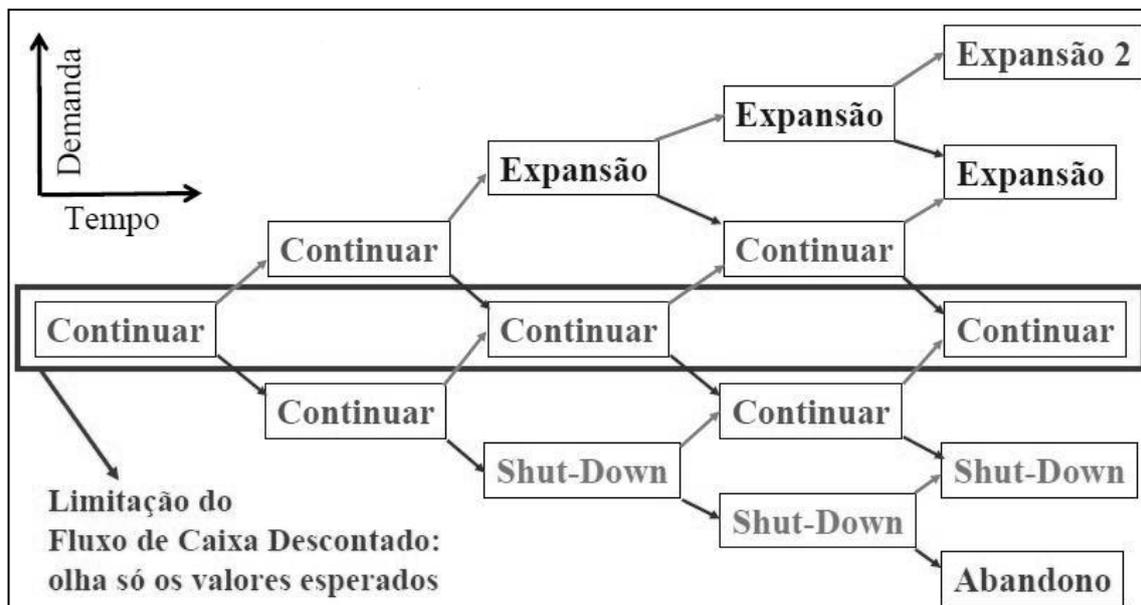
O método FCD é o método mais recomendado para se usar quando se trata da avaliação de ativos que são passíveis de determinação de seus fluxos de caixa futuros. Essa condição nos remete à segunda das duas principais críticas ao método, o fato de não considerar na projeção algumas opções que o administrador do projeto terá ao longo do desenvolvimento do mesmo.

O método valora apenas parcialmente as incertezas indiretamente pelo maior custo de capital e também não quantifica o valor de possuir opções de diferentes ações que podem ser tomadas diante dos resultados futuros das incertezas presentes. Aos eventos são atribuídas probabilidades 1 ou 0, ou seja, toma-se como premissa do estudo um resultado certo de uma decisão. Quando na realidade deve-se considerar o valor de possuir a opção de decidir o que fazer no futuro, ao invés de escolher no presente a decisão que será tomada.

Dependendo do que ocorrer ao longo do período, as circunstâncias de um projeto podem ser alteradas. O administrador da empresa pode querer abandonar o projeto antes considerado como certo, assim como, pode reconsiderar um projeto que antes era tido

como inviável. Essa flexibilidade não está presente no valor econômico calculado pelo método de FCD.

A figura abaixo² representa o argumento apresentado acima e ilustra através de uma árvore de decisão como o método FCD analisa o desenvolvimento dos investimentos da firma ao longo do tempo.



A parte da figura circulada representa os valores que são considerados em sua análise. Fica claro que as opções de estratégias que podem vir a ser seguidas são deixadas de lado.

² Figura elaborada pelo professor Marco Antonio Guimarães Dias do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio em material utilizado na disciplina de Opções Reais a qual leciona na graduação

Capítulo 3. Método de avaliação por Opções Reais

3.1 Surgimento da teoria

A teoria microeconômica diz que as pessoas, os agentes da economia, reagem a incentivos. O surgimento da teoria de opções reais deve-se às respostas que foram dadas à crítica feita sobre a abordagem de valoração das incertezas nos modelos que existiam. A evolução das teorias de apreçamento das opções financeiras ajudaram a progredir na forma como seria feita essa melhora nos modelos de avaliação de ativos e projetos.

O surgimento do termo opções reais é creditado ao autor Stewart Myers (1977)³ quatro anos depois da publicação dos principais trabalhos já elaborados sobre apreçamento de opções financeiras por Black e Scholes (1973)⁴ e Merton (1973)⁵. Scholes e Merton, em 1997, foram premiados com o prêmio Nobel em ciências econômicas pelo trabalho efetuado em 1973 no estudo de apreçamento de derivativos. Myers foi o primeiro a perceber a idéia de que algumas estratégias passíveis de execução poderiam ser vistas como opções de compra.

O mercado de commodities e as negociações que ocorrem em torno dele fazem os preços dos produtos variarem muito. Diante disso surgiu um dos principais ramos de atuação da teoria de opções reais na atualidade, a análise de projetos relacionados a recursos naturais, suas reservas e sua extração. O brasileiro Octavio Tourinho⁶, em 1979, foi o primeiro a criar um modelo de apreçamento de opções que se aplicasse à análise de valor de reservas de recursos naturais.

Ao longo da década de 1980 diversos autores começaram a destacar as falhas no modelo de FCD que geravam subavaliação dos projetos. As conclusões do modelo também levavam a decisões não acertadas, perda de eficiência nas operações e o poder do administrador nunca era valorado da forma que deveria. Assim, começaram a surgir idéias de como modelar e precificar as opções de decisões que os estrategistas das empresas possuíam ao longo do tempo.

³ Myers (1977)

⁴ Black F. And M. Scholes (1973)

⁵ Merton (1973)

⁶ Tourinho (1979)

As idéias a seguir baseiam-se no trabalho de Lenos Trigeorgis (1996)⁷ sobre a evolução da teoria das opções reais e a evolução da literatura a respeito do tema.

A partir do trabalho inicial de Myers (1977), Kester (1984)⁸ discutiu conceitualmente aspectos de competitividade e estratégia inerentes às oportunidades de crescimento. Os principais trabalhos da década foram apresentados por Mason and Merton (1985)⁹, Trigeorgis and Mason (1987)¹⁰, Trigeorgis (1988), Brealey and Myers (1991) e Kulatilaka and Marks¹¹ (1988).

Alguns trabalhos abriram caminho para a evolução da modelagem de OR. Mais especificamente foram trabalhos na área de análise de opções financeiras que foram trazidas para OR. Em tempo discreto a abordagem do modelo binomial na avaliação de opções auxiliou bastante. Foi produzida por Cox, Ross e Rubinstein (1979). No campo das opções financeiras, Geske (1979) abordou a avaliação de opções compostas, ou seja, o valor de uma opção para adquirir outra opção. Esse estudo permitiu posteriormente a análise de opções compostas, as mais comuns nos projetos reais.

O primeiro livro sobre o assunto foi o trabalho de Dixit e Pindyck (1994)¹² sobre investimentos em circunstâncias de incerteza. Seu objetivo era dar novo tratamento teórico às decisões de investimento feitas por empresas diante de cenários futuros que contavam com diversas incertezas. O foco no estudo era sempre modelar a incerteza, tentar valorá-la, sistematizar o processo de avaliação e agregar todas as idéias que já haviam surgido sobre OR. Junto com os trabalhos de Lenos Trigeorgis, esse livro é considerado um marco para o desenvolvimento de material sobre o assunto.

Ao longo do tempo estudos quantitativos foram elaborados e uma análise mais específica de cada tipo de opção real que poderia existir foi sendo feita. Assim a teoria de OR começou a ser dividida de acordo com o tipo de opção que seria analisada. Atualmente, existem muitos livros que abordam o tema como um todo para tentar difundir sua prática no mercado. Porém, os trabalhos específicos com modelagem da

⁷ Trigeorgis (1996)

⁸ Kester, (1984)

⁹ Mason and Merton (1985)

¹⁰ Trigeorgis And Mason (1987)

¹¹ Kulatilaka And Marks (1988)

¹² Dixit and Pindyck (1994)

avaliação aparecem separados por tipo de OR e são divulgados em periódicos e jornais dedicados ao setor de finanças.

Diversos trabalhos foram publicados ao longo do tempo com profunda base teórica e por excelentes pensadores, porém, a literatura inicial é, na prática, limitada. Isso acontece porque o foco dos estudos são sempre opções reais individuais, isoladas. No mundo real os projetos são muito mais complexos, difíceis de serem modelados e englobam múltiplas opções reais que podem, inclusive, interagir entre si. Nesse sentido, um trabalho interessante é o de Trigeorgis (1993a) que foca explicitamente nas interações entre diversas opções reais e o valor que pode ser adicionado se houver a percepção da presença da relação entre elas. Trigeorgis identifica se a relação entre as opções são boas ou ruins, grandes ou pequenas.

Nesse caminho, a teoria das OR caminha para a adequação dos modelos teóricos à realidade prática gerencial das empresas. Com isso tem-se notado o potencial que OR possui de fazer a diferença nas estratégias e na competição no mercado. Vantagens competitivas como patentes, propriedades tecnológicas, propriedades de reservas naturais valiosas, reputação, marca da empresa e poder de mercado dão poder à empresa, de através de novos investimentos no futuro, reagir melhor a eventos inesperados e mudanças estruturais no mercado.

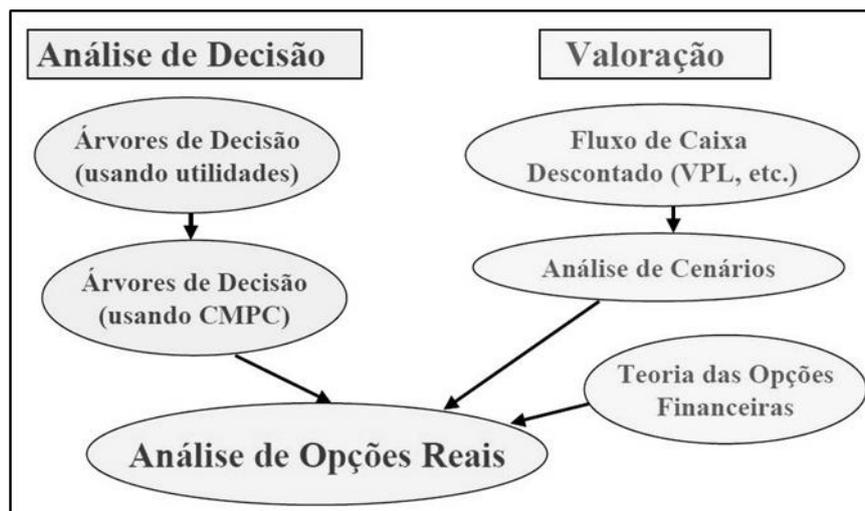
Dentro dessa esfera, Copeland e Antikarov (2003)¹³ elaboraram um livro como guia prático para profissionais que desejem elaborar modelos de opções reais nas suas análises. Trata-se de um material abordando de forma mais prática as formas de avaliar um projeto pelo método de OR.

Uma visão interessante sobre o surgimento do pensamento que envolve opções reais é a do professor Alexander Triantis da Universidade de Maryland nos EUA. Segundo ele, há duas raízes para o início do pensamento por opções reais: a vertente de análise de decisão e a vertente de valoração de projetos.

Pelo lado da análise de decisão o pensamento foi evoluindo através dos estudos por árvores de decisão usando curvas de utilidade. Começou-se a integrar a idéia do custo moderado médio de capital à análise nas árvores e chegou-se à análise por OR.

¹³ Copeland and Antikarov (2003)

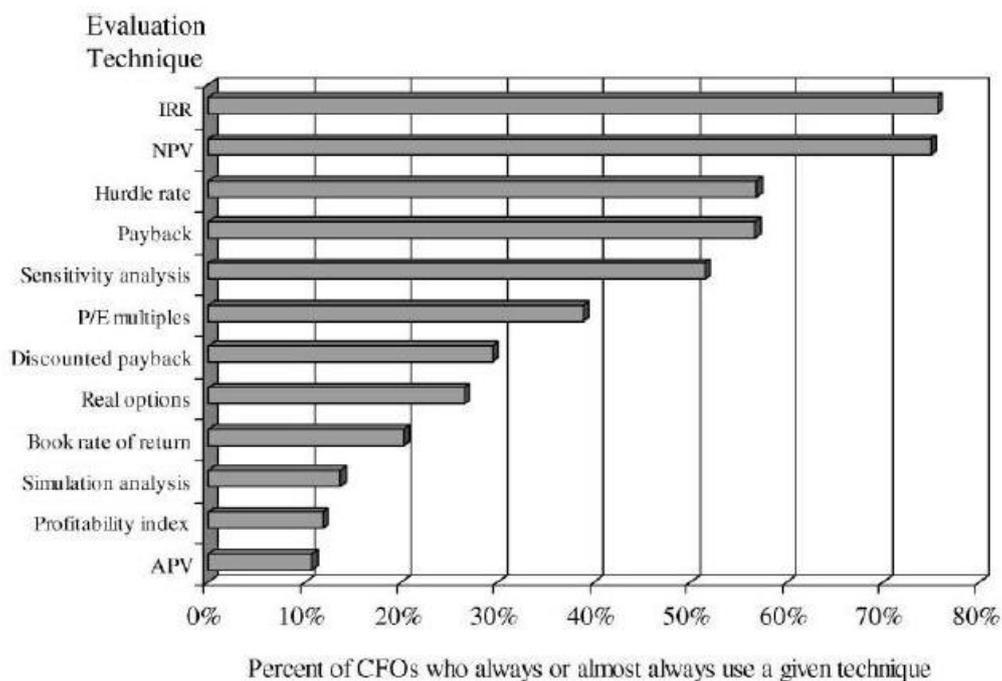
Pela valoração, o caminho foi através do fluxo de caixa descontado, taxas internas de retorno e outras análises de retorno. A evolução foi o estudo de diversos cenários para tentar precificar as incertezas e opções. Posteriormente a teoria alcançou o idéia sobre opções reais. A união das duas vertentes é utilizada atualmente para avaliação de projetos, junto com teorias atreladas ao apreçamento de opções financeiras. Segue abaixo figura¹⁴ ilustrando a teoria do professor Triantis:



Por fim, é válido mostrar como está na prática o uso de opções reais no mercado. Uma pesquisa foi elaborada por Graham e Harvey (2001) para estimar quais as ferramentas de avaliação eram utilizadas por trezentos e noventa e dois diretores financeiros nos Estados Unidos e no Canadá.

Os métodos mais utilizados para avaliar projetos foram o valor presente líquido e a taxa interna de retorno. De todos os entrevistados, setenta e cinco por cento utilizam um ou outro método. A avaliação por opções reais ficou com aproximadamente vinte e cinco por cento, ou seja, um quarto dos entrevistados já utiliza opções reais para ponderar suas decisões. É um resultado interessante para uma teoria considerada recente e bastante complexa. Segue abaixo gráfico com os resultados da pesquisa.

¹⁴ Figura apresentada pelo professor Marco Antonio Guimarães Dias do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio em material elaborado para sua disciplina de Opções Reais na graduação



3.2 Opções Financeiras x Opções reais

Derivativos são ativos que seus valores dependem de valores de outros ativos ou variáveis. Existem três tipos de derivativos: contratos futuros, opções e contratos a termo. As opções podem ser consideradas uma evolução dos contratos futuros. A diferença principal é que o comprador da opção adquire a opção de exercer ou não seu direito no vencimento. Vale ressaltar que ao comprar uma opção, adquire-se um direito.

Uma opção financeira é um contrato que concede o direito de comprar ou vender um número previamente acordado de unidades de um ativo, em uma determinada data (ou durante sua vigência), por um preço fixado na data de início do contrato. Fica claro, portanto, que a opção dá ao seu comprador um direito futuro e não uma obrigação. E para possuir esse direito é preciso pagar um preço, chamado de prêmio da opção.

Existem dois tipos de opção, opções de compra e opções de venda. Tanto as opções de compra como as de venda existem nas versões americanas e européias. As opções americanas podem ser exercidas a qualquer momento durante a vigência do contrato, já as européias apenas no dia do vencimento.

No início da década de 1970 as opções já existiam, porém, não eram muito negociadas, pois não havia consenso no mercado de como precificar o valor do prêmio justo a ser pago por uma opção. A solução para esse problema foi elaborada por Black e Scholes (1973) com o lançamento de um estudo sobre o apreçamento de uma opção de compra europeia. Segundo Copeland e Antikarov (2003) o modelo de Black-Scholes tem sete suposições básicas:

1. A opção deve ser exercida apenas no vencimento, ou seja, é uma opção do tipo europeia;
2. Só há uma fonte de incerteza. A taxa de juros livre de risco, por exemplo, é tida como constante;
3. A opção é derivada de apenas um ativo de risco subjacente. Opções compostas estão fora da análise;
4. O ativo subjacente não paga dividendos;
5. O preço de mercado e o processo estocástico que o ativo subjacente segue são observáveis;
6. A variância dos retornos sobre o ativo subjacente é constante ao longo do tempo;
7. O preço de exercício é constante e conhecido.

Seguindo as considerações acima foi deduzida por arbitragem a seguinte fórmula de valor da opção europeia de compra antes do vencimento¹⁵:

$$c = SN(h) - Ke^{-rt}N(h - \sigma\sqrt{t})$$

$$\text{Onde, } h = \frac{\left[\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t \right]}{\sigma\sqrt{t}}$$

A letra maiúscula N representa a função distribuição normal padrão acumulada. A fórmula mostra que o valor da opção depende de cinco parâmetros:

- Preço do ativo subjacente (ação), S;
- Preço de exercício da opção, K;

¹⁵ Ver Hull (2003)

- Volatilidade do ativo subjacente (desvio-padrão da taxa de retorno do ativo subjacente), σ ;
- Tempo restante para vencimento da opção, t ;
- Taxa de juros livre de risco, r .

É possível interpretar as parcelas da equação sob a ótica dos valores presentes dos acontecimentos futuros. A primeira parcela, $SN(h)$, representaria o valor presente esperado de todos os possíveis valores do ativo subjacente no vencimento. O segundo termo representa o valor presente esperado do preço de exercício para qualquer chance de exercício.

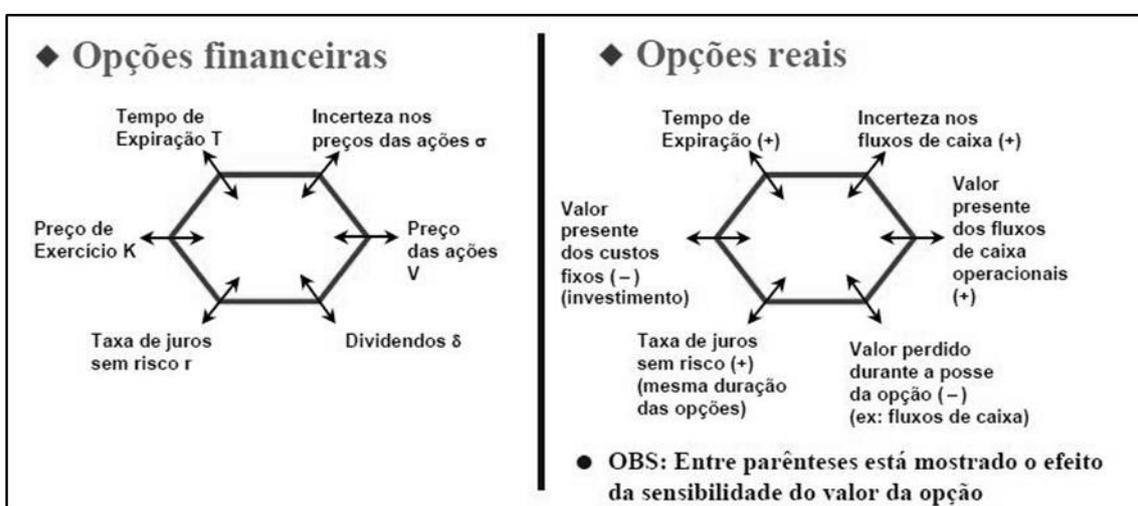
Algumas percepções sobre a equação de Black-Scholes serão úteis na passagem para a teoria de opções reais. Analisando a equação, percebe-se que quanto maior o tempo para o vencimento, quanto maior a incerteza no preço do ativo subjacente, quanto maior a taxa de juros livre de risco e quanto maior o preço do ativo subjacente, maior é o valor da opção. Por outro lado, quanto menor o preço de exercício K , menor será o valor da opção.

O raciocínio que leva ao conceito de opções reais é similar ao de opções financeiras. Assim como o detentor de uma opção de compra financeira tem o direito de adquirir um ativo subjacente daqui a um determinado período de tempo por um determinado preço pagando um prêmio por ela, o detentor de uma opção real passará por situação parecida. Muitas analogias podem ser feitas com os parâmetros que são usados para o apreamento da opção financeira. As idéias a seguir foram apresentadas por Trigeorgis (1996), comparando as opções financeiras com opções reais.

O valor corrente do ativo subjacente será representado pelo valor presente dos fluxos de caixa que são esperados de determinado projeto. O preço de exercício da opção será o investimento a ser feito para pôr em prática o projeto, ou seja, o quanto será pago para ter o projeto operando. O tempo restante para o vencimento possui quase a mesma interpretação, é o tempo que falta para que a oportunidade de investimento no projeto escolhido desapareça, ou seja, seu tempo para expiração. Assim como a incerteza, a volatilidade presente no ativo subjacente está representada na volatilidade e incerteza dos fluxos de caixa que o projeto proposto oferece. A taxa de juros livre sem risco continua possuindo a mesma conotação.

No primeiro trabalho efetuado por Black-Scholes o efeito dos dividendos que uma ação oferecia não foi considerado no cálculo da equação de apreçamento da opção de compra do mesmo. Merton (1973) complementou o trabalho incluindo o efeito dos dividendos na equação de Black-Scholes. Assim como todos os outros cinco parâmetros, os dividendos podem ser representados no âmbito das opções reais. Seu valor é relacionado ao valor dos fluxos de caixa que são perdidos enquanto se tem a posse de opção de investimento no projeto.

O esquema demonstrado abaixo¹⁶ resume as informações propostas da analogia entre opções reais e opções financeiras relacionando cada um dos seis parâmetros que compõem a equação de Black-Scholes e Merton:



Apesar de analogias poderem ser feitas, existem alguns problemas na comparação entre opções financeiras e opções reais. Ambas dão o direito, e não a obrigação, de tomar uma ação no futuro seja comprar um ativo como uma ação, seja investir em um novo projeto para expansão das operações da empresa. Porém, a opção financeira lida com operações sobre ativos como ações, títulos ou taxas de juros, ou seja, ativos intangíveis. Já a opção real trabalha com opções de investimentos em uma unidade de produção ou qualquer projeto representando um ativo tangível.

O apreçamento da opção financeira é mais simples, pois a maioria de seus parâmetros é observável no mercado em que é negociada. A volatilidade do ativo

¹⁶ Figura apresentada pelo professor Marco Antonio Guimarães Dias do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio em material elaborado para sua disciplina de Opções Reais na graduação

subjacente pode ser calculada através dos dados históricos. Nas opções reais, o projeto não é negociado em um mercado e seu preço é estimado através dos fluxos de caixa descontados. A volatilidade do projeto não poderá ser estimada facilmente por dados históricos pois nenhum projeto é igual a outro. Modelos serão elaborados para analisar a incerteza presente em um projeto.

Outra diferença importante é quem emite, quem subscreve, a opção. No lado financeiro as opções não são emitidas pela empresa representada pela ação, e sim por agentes independentes que pretendem posicionar-se para apostar em direções do mercado. Conseqüentemente, o agente que emite a opção de compra não tem influência nenhuma sobre as decisões da empresa e sobre o preço da ação.

Por exemplo, uma empresa tem o direito de recusar ou adiar um projeto que gere valores presentes baixos ou negativos. Porém, se na empresa surgir uma idéia que aumente o valor presente do projeto, o valor de adiar a execução do mesmo irá se reduzir e assim a empresa escolherá não adiá-lo. Portanto, a empresa tem poder e influência sobre o ativo subjacente. Nas opções financeiras essa influência no valor do ativo subjacente não acontece.

O risco oferecido pelo ativo subjacente é considerado exógeno em ambas as opções. Essa premissa é razoável no caso financeiro porque a incerteza sobre o retorno de uma ação realmente está fora do controle daquele que negocia suas opções de compra. Por outro lado, os movimentos de uma empresa que possui opções reais podem afetar o valor dessa mesma opção ou até mesmo as ações de um competidor que esteja presente no mesmo mercado.

O tempo de vencimento das opções também apresenta distorções na comparação. As opções financeiras normalmente são de curto prazo, com prazo menor que um ano. Já as opções reais podem ser até perpétuas ou sua duração poder variar de acordo com o passar do tempo. Outro ponto importante é o fato de que ações não podem assumir valores negativos, por definição. Um projeto pode assumir valor negativo.

A liquidez e o tempo de liquidação da opção também diferem na análise. As opções financeiras são muito mais líquidas que as opções reais. A decisão de comprar ou não a opção financeira pode ser tomada sem se preocupar se será possível fazer a compra ou não por causa da liquidez, pois a opção estará sendo negociada no mercado.

Já com a opção real pode acontecer da empresa resolver comprar a opção e por algum motivo essa oportunidade não estar mais disponível.

Além disso, a opção real apresenta um tempo de construção e execução do projeto antes de começar a gerar fluxos de caixa. A opção financeira é exequível no mesmo instante em que é alcançado seu vencimento.

Fica claro, portanto, que existem ligações entre o surgimento das opções reais e os conceitos de opção financeira e essa ligação foi facilitada pela evolução nos estudos elaborados sobre opções financeiras. Porém, deve-se tomar muito cuidado quando for feita qualquer comparação entre os dois tipos de opção, pois algumas falhas pode ser cometidas durante a analogia.

3.3 Modelo binomial de apreçamento

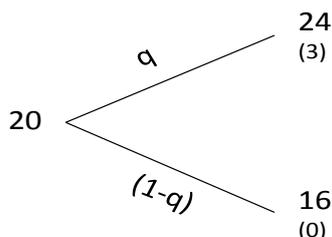
O modelo mais utilizado para apreçamento de opções no mercado financeiro é o elaborado por Black e Scholes. Existe outro modelo que também precifica opções e adota premissas mais simples e é de mais fácil compreensão.

Na próxima seção serão exemplificados alguns tipos de opções reais e suas análises. No desenvolvimento dos cálculos será utilizada a teoria de apreçamento binomial. O nome binomial deriva da forma como a expectativa futura é modelada. São possíveis apenas duas direções para o próximo período no futuro.

No caso de um derivativo são tomados dois cenários como certos de acontecer excludentemente, ou seja, ou acontece um, ou outro. Normalmente são considerados um valor acima do preço atual do ativo subjacente e um valor abaixo.

Para entender como o modelo binomial calcula o valor da opção é necessário o entendimento da teoria de avaliação neutra ao risco. Nesse mundo, todos os agentes não exigem prêmios para estar expostos ao risco. Ou seja, são indiferentes ao risco, o retorno de todos os ativos equivalem à taxa de retorno do ativo livre de risco da economia. O valor atual de um ativo é o seu valor futuro descontado à taxa de juros livre de risco. Nos exemplos do modelo essa condição ficará bem clara.

Para exemplificar o modelo será considerada uma opção de compra de uma ação listada em bolsa no Brasil. No instante zero, a ação vale vinte reais (R\$ 20,00). São assumidos dois cenários no dia do vencimento: o ativo subirá para vinte e quatro reais (R\$ 24,00) ou cairá para dezesseis reais (R\$ 16,00). Negocia-se a opção de compra com preço de exercício de vinte e um reais (R\$ 21,00).



Os valores entre parênteses representam o valor da opção de compra com preço de exercício de vinte e um reais (R\$ 21,00) no dia do vencimento. Para calcular o valor da ação no dia de hoje é preciso saber o valor de q que é a probabilidade de alta do ativo. Como só há dois possíveis cenários, a probabilidade de baixa é igual a $(1-q)$.

Neste momento utiliza-se a teoria de avaliação neutra ao risco e iguala-se o valor atual do ativo ao valor presente de seus valores futuros descontados pela taxa livre de risco da economia. Portanto a seguinte equação será resolvida para encontrar o probabilidade de alta do ativo:

$$20 = \frac{((24 * q) + ((1 - q) * 16))}{1 + 0,1}$$

O resultado é $q = 0,75$. O denominador da fração representa o desconto do valor esperado pela taxa de juros livre de risco que no exemplo é de 10% e é considerada a passagem de apenas um período de tempo. Agora, para saber o valor da opção hoje basta trazer a valor presente os valores das opções no dia de vencimento. Resolve-se a seguinte equação:

$$\text{Opção hoje} = \frac{((3 * 0,75) + ((1 - 0,75) * 0))}{1 + 0,1}$$

O resultado é aproximadamente o valor de dois reais e 5 centavos (R\$ 2,05). Esse é o valor da opção no dia de hoje baseado no cálculo do modelo binomial e na teoria da escolha neutra ao risco. Vale ressaltar que a análise é de uma opção de compra americana e que foi considerado tempo discreto na análise.

Na realidade o ativo pode tomar diversos valores e esses valores são atualizados a cada instante quando o mercado está aberto. Sendo assim, seriam necessários diversos nódulos com diversos valores e diversas probabilidades para avaliar o valor de uma opção. O modelo mais realista determina u e d como as taxas de alta e baixa do ativo no próximo instante considerado e atrela seus valores ao desvio-padrão do ativo-subjacente. Através do cálculo da variância do valor esperado do ativo-subjacente e considerando que $u=1/d$ chega-se ao valor de:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

Se o número de períodos que estão sendo considerados na análise for aumentado indefinidamente teremos que a fórmula elaborada pelo modelo binomial tenderá ao modelo elaborado por Black e Scholes. Ou seja, através de alguns ajustes, o modelo que a princípio parece muito simplório equivale ao modelo que revolucionou a forma de apreçamento de opções.

Na próxima seção iremos simplificar a análise e demonstrar com a maior clareza possível a intuição por trás do modelo de avaliação por opções reais. E para isso será utilizado o modelo binomial assumindo a premissa de neutralidade ao risco com no máximo dois períodos de análise.

3.4 Tipos de opções reais

A teoria de opções reais consiste em tentar incluir mais realidade nas análises que são feitas de projetos e ativos. As opções que o estrategista da empresa possui são, da melhor forma possível, incluídas no modelo. O problema é que cada oportunidade de negócio que surge possui características próprias, peculiares. Não existe um projeto igual ao outro.

Durante a execução de um projeto ou a administração de uma empresa, o gestor encara diversos momentos em que terá que tomar uma decisão. Essa decisão pode ser de diversos tipos e as situações que levam a ela também são imensuráveis. Sendo assim, foram criadas algumas análises de situações que podem ser consideradas como padrão.

A seguir serão expostos alguns tipos de situações em que se pode aplicar o conceito de opções reais para a avaliação e será dado um exemplo prático para cada uma. Serão feitas análises simplistas com exemplos simples para tornar fácil a compreensão da intuição. As opções mais comuns de se observar são:

Opção de adiar investimentos: A empresa, por algum motivo, tem o privilégio de esperar para ver se, de acordo com as condições de mercado, é factível realizar o investimento em determinado projeto ou não.

Opção de expansão: Se o cenário do setor em que a empresa atua se tornam melhores do que era esperado, ela pode optar por aumentar sua escala de produção para alcançar resultados melhores. Dado que o mercado está favorecendo sua operação.

Opção de abandono: Se a piora no mercado for muito forte, a estratégia ótima para o gestor pode ser abandonar o projeto, pois de forma alguma ele é viável. Essa opção considera que o projeto será abandonado ao invés de reduzido em escala.

Opção de parar produção temporariamente: Neste caso, se o mercado em que a empresa atua sofrer um desgaste forte nos preços praticados e não valer a pena para a empresa continuar sua operação, ela para sua produção por um determinado tempo. Assim, a empresa abrirá mão das receitas que seriam auferidas, porém, não arca com os custos variáveis de produção. Apenas com o custo fixo.

3.4.1 Opção de adiar o investimento

Esta opção considera que o agente estará diante de uma situação em que tem o direito de esperar passar certo tempo para decidir se aquele investimento que está disponível pode ser mais lucrativo no futuro. Ela valora a opção que o gestor terá, de receber maiores informações para poder decidir se entrará no projeto ou não. Muitas vezes um projeto que no momento é avaliado e apresenta valor presente líquido

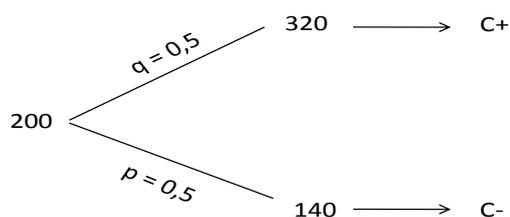
negativo pode, no futuro, apresentar valor positivo. Isso acontece porque durante o tempo de espera as variáveis que determinam o valor do projeto podem se alterar.

Para ilustrar melhor as situações práticas que englobam a análise, será utilizado um exemplo fictício. Considere uma empresa do ramo imobiliário que tem em mãos um terreno de sua posse e tem o direito de decidir se investe neste momento (T1) ou daqui a um ano (T2), na construção de um empreendimento. No entanto, o valor esperado das receitas do projeto é incerto.

Para calcular o valor dessa opção chega-se primeiro ao valor sem considerar a opção, pelo método FCD. Feito isso, incluiremos a opção de investir daqui a um ano no projeto e a diferença observada no valor do projeto será o valor da opção.

Neste momento o valor esperado do projeto é de \$200 (S). Esse valor é derivado das projeções do mercado feitas pela empresa. No cenário otimista (C+) a empresa acredita que o projeto terá aumento de 60% em seu valor. Já no pessimista (C-) a redução no valor é de 30%. O investimento total necessário para o início da operação é de \$250 (I). Podemos calcular o VPL desse projeto já nesse momento subtraindo o investimento do valor esperado de retorno do projeto. Chegaríamos a um VPL de -\$50.

Através da teoria da neutralidade ao risco e utilizando uma taxa livre de risco de 15% chegou-se a conclusão de que há probabilidade de 50% (q) de alta no mercado e 50% (p) de baixa. A simples árvore de decisão abaixo ilustra o exemplo:



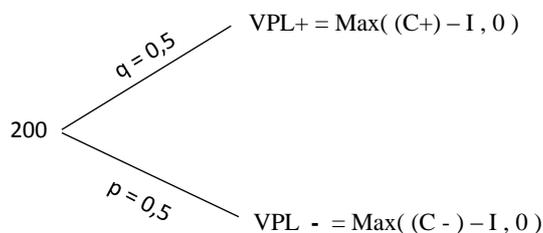
O VPL é calculado resolvendo a seguinte equação:

$$VPL = \frac{(q * (C +)) + (p * (C -))}{1 + r} - I$$

Onde, (C+) e (C-) são os valores esperados nos cenários otimista e pessimista, respectivamente e r representa a taxa de juros livre de risco.

Inserindo os devidos valores na equação acima chegamos a um VPL de -\$50. Ou seja, o projeto se for iniciado neste momento possui o mesmo valor negativo que possuía antes para o investidor. A opção de esperar para ver qual o cenário que acontecerá não tem valor e a empresa seria indiferente entre investir em T1 e investir em T2. A seguir será incluído o direito de esperar um ano para decidir se investe ou não no projeto.

Considerando a opção de adiamento, a empresa só exercerá a opção de investir em T2 se o VPL do projeto for maior que zero. Em T2 a empresa terá a informação da resposta do mercado. Saberá se o cenário realizado foi o otimista ou o pessimista. Se for o otimista, investirá no projeto, se for o pessimista não investirá. Logo, resolve-se a seguinte árvore de decisão para chegar ao valor em T1 do projeto:



Os valores (C+) e (C-) representam os valores esperados dos projetos em cada cenário. Para calcular o VPL total aplicaríamos a seguinte conta:

$$VPL \text{ total} = ((0,5 * (320 - 250)) + (0,5 * 0))$$

Resolvendo a equação chegamos ao VPL de \$35. Nota-se que a segunda parcela possui o valor zero como retorno. No cenário pessimista a empresa não exerce a opção de investir. Logo, seu valor esperado para esse cenário é zero. Subtraindo desse VPL, o valor do VPL encontrado sem considerar a opção de adiamento, teríamos:

$$\text{Valor da opção de adiar} = 35 - (-50) = 85$$

Conclui-se, portanto, que ter a opção de esperar para ver como o mercado reagirá é muito favorável à empresa. O empreendimento imobiliário que foi avaliado por -\$50 passa a valer \$35. Para ter a opção de adiar sua decisão a empresa poderia pagar até \$85 pois esse é o valor que a opção de exercer ou não o investimento agrega ao valor do empreendimento.

3.4.2 Opção de expansão

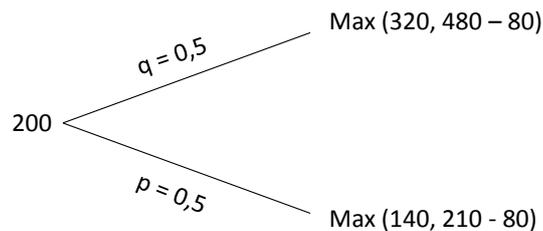
A opção de expansão que um administrador possui constitui no poder de decidir se aumenta ou não sua escala de produção diante dos resultados obtidos no momento em determinado mercado. Se as condições de mercado se tornarem mais favoráveis e a empresa possuir capacidade de expandir sua produção, a opção de expandir ou não agrega valor ao projeto.

Podemos enxergar essa opção como uma opção de compra de escala de produção com um preço de exercício igual ao valor do investimento necessário para expandir. O exemplo dado na opção de adiar investimento pode ser perfeitamente utilizado neste momento. Ao comprar um terreno novo, a empresa tem em suas mãos uma opção de crescimento, de expansão no futuro.

A opção de expandir tem um valor estratégico muito grande na atuação da empresa porque representa uma escolha que o administrador pode fazer para direcionar o crescimento da empresa em áreas já exploradas ou então em mercados emergentes. Fatores como o preço do insumo, preço do produto final, crescimento do mercado e da concorrência, entre outros, são aqueles que afetam a decisão de expandir ou não.

Continuando o exemplo anterior vamos considerar que ao comprar o terreno em questão a empresa comprou também um pequeno terreno ao lado que poderia servir no futuro para expandir o negócio. Assim, após toda a infra-estrutura e toda a construção estar operando o gestor tem a opção de expandir a construção e obter um retorno 50% maior com um investimento necessário de \$80.

O tipo de análise a ser feita é similar à exemplificada na opção de adiar investimento. A empresa no segundo período decidirá se investe na expansão ou não, dependendo de como o mercado se comportar. Se a demanda for alta ele decidirá investir \$80 e seu projeto passará a valer \$480 ($\$320 \times 1,5$). Por outro lado, se a demanda for baixa seu projeto, se expandisse, valeria \$210 ($\$140 \times 1,5$) e o investimento de \$80 também seria contabilizado. Logo, a árvore de decisão desse caso seria a seguinte:



No cenário negativo o administrador não escolheria investir em expansão porque o investimento não vale a pena para o retorno que será obtido. Sendo assim, o VPL do projeto será calculado através da seguinte equação utilizando uma taxa livre de risco de 6%:

$$VPL\ total = \frac{((0,5 * (480 - 80)) + (0,5 * 140))}{(1 + 0,15)} - 250$$

Efetuando o cálculo chegamos ao valor de -\$15,22. Subtraindo esse VPL do valor presente sem considerar a opção de expansão, teríamos:

$$\text{Valor da opção de expansão} = -15,22 - (-50) = 34,78$$

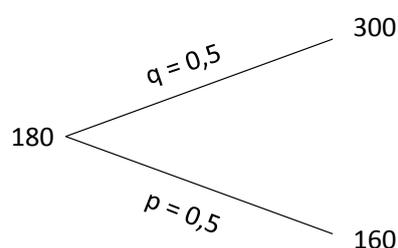
Conclui-se que a opção de expandir o empreendimento para o terreno adicional agrega \$54,72 ao valor do projeto inicial sem considerar a opção. Da mesma forma que são tratadas as opções de expansão, são tratadas as opções de contração de escala. Se as condições de mercado não forem favoráveis e for da vontade do administrador, a escala de produção pode ser reduzida ou o tamanho do empreendimento pode ser alterado se possível.

3.4.3 Opção de Abandono

Opções de abandono são muito valiosas quando se trata do lado negativo das mudanças de mercado. Se não há nada previsto no negócio que impeça a empresa de parar a atividade, pode ser interessante agir dessa maneira. Nesse formato são aproveitados os chamados valores de salvamento (“*salvage value*”), ou seja, as atividades são canceladas e os equipamentos ou qualquer bem passível de venda é vendido e esse valor entrará para a empresa.

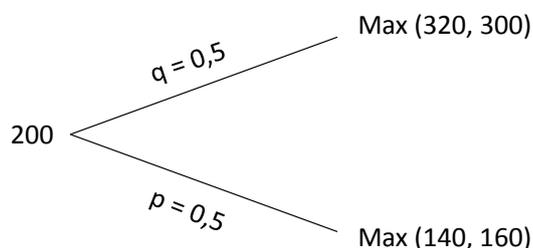
A base para entender essa opção é pensar que se em algum momento for vantajoso vender os ativos ao invés de continuar a operação, o administrador deve fazê-lo. E a possibilidade de exercer tal opção possui valor. Pode ser feita a analogia com uma opção financeira de venda do tipo americana.

Mantendo o ramo da construção civil, será considerado que os equipamentos utilizados para a obra do empreendimento citado acima pertencem ao imobilizado da empresa e o terreno da construção pode ser vendido. Se fossem paradas as obras os ativos seriam vendidos pelos valores que possuem em cada período. Estes valores estão representados na árvore de decisão abaixo:



Portanto, se o mercado seguir no cenário otimista os ativos da empresa podem ser vendidos no mercado por \$300, se seguir o cenário pessimista os ativos valerão \$150. Sendo assim a decisão do administrador consiste em maximizar o valor que pode ser obtido. Seja com o projeto em operação, seja com a venda dos ativos e, conseqüentemente, o cancelamento da construção.

O VPL do projeto analisado sem a opção de abandono é - \$50, portanto, deve analisar agora o valor que a opção de abandonar a construção agrega ao valor do projeto e da empresa. Para isso será utilizado o mesmo modelo de árvore de decisão representado pela seguinte estrutura:



Para calcular o VPL do projeto com a opção será utilizada mais uma vez a fórmula do valor presente pelo modelo binomial de avaliação:

$$VPL\ total = \frac{((0,5 * (320)) + (0,5 * 160))}{(1 + 0,15)} - 250$$

Solucionando a equação chegamos ao valor de -\$41,30 para o projeto e, novamente, calcula-se o valor da opção que está presente no negócio da empresa. Para isso é reduzido do VPL com opção o valor do VPL sem a opção e chega-se ao seguinte número:

$$\text{Valor da opção de abandono} = -41,30 - (-50) = 8,70$$

Mesmo o VPL com a opção de abandono sendo negativo, percebe-se que a opção que o gestor possui diante de sua empresa agrega valor ao projeto. E, com a inserção de outras opções reais no futuro da empresa pode-se gerar um projeto com valor positivo.

Outra opção que possui análise análoga à de abandono e venda dos ativos é a de mudanças de uso dos insumos e/ou equipamentos. Dependendo das reações do mercado a empresa pode escolher entre utilizar um insumo para produzir certo tipo de produto ou então outro diferente. Tudo dependerá de como funciona a empresa. Se a flexibilidade da produção e das máquinas for grande e puder ser utilizada para outro fim, o gestor pode escolher por mudar o rumo. Por exemplo, o dono da construtora pode utilizar seus equipamentos para construir um empreendimento que não seja residencial. Assim, pararia sua produção e utilizaria os equipamentos e os insumos de obra para a construção do empreendimento diferente (considerando que todas as outras exigências para realização são cumpridas e continua viável fazer a transição).

3.4.4 Opção de parar produção temporariamente

Essa opção se assemelha a opção de abandono, porém, não considera que os ativos da empresa são vendidos porque valem mais que a continuação do projeto. Neste caso a operação da empresa para e são gastos os custos fixos devidos. A idéia é que a receita obtida pela operação não consegue superar os custos variáveis e, assim, é melhor ficar sem operar.

Neste caso o exemplo no ramo da construção civil não seria a melhor opção e sim uma indústria que fabricasse um artigo que o preço variasse bastante. Se o preço cair

para certo nível é melhor parar a operação e esperar que o preço suba novamente. Outras alternativas são fechar a empresa ou torná-la mais eficiente para se adequar ao novo nível de preço do mercado.

Para simplificar utilizaremos valores diferentes dos anteriores e relacionados a uma indústria têxtil no setor de couro. Nesse formato, por analisar custos fixos e variáveis, a equação a ser analisada engloba o lucro da empresa e o conceito de custo de oportunidade. Em ambos os cenários o administrador da empresa escolherá o máximo entre o valor do projeto menos os custos variáveis menos os custos fixos e o valor do projeto menos o valor que seria obtido se a produção houvesse continuado menos os custos fixos. Chegando-se à seguinte equação:

Valor Esperado = $\text{Max} (\text{VPL} - \text{CV} , \text{VPL} - \text{FCL}) - \text{CF}$, onde CV são os custos variáveis; VPL representa o valor presente do projeto; FCL é o fluxo de caixa que seria recebido no período; e, CF são os custos fixos incorridos.

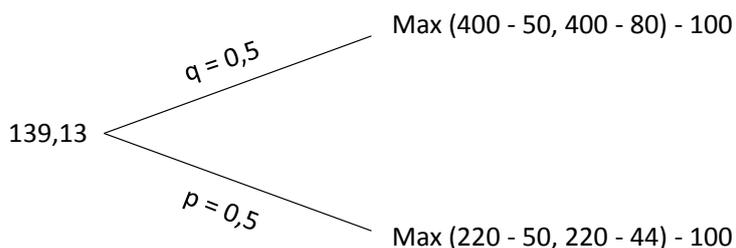
Para simplificar ainda mais a análise será considerado que o fluxo de caixa a ser recebido mantendo o projeto seria de 20% do valor do projeto. O valor do projeto no cenário positivo seria de \$400 e no cenário negativo de \$220. Os custos variáveis são de \$50, o investimento necessário é de \$150 e o custo fixo é \$100.

O valor esperado do projeto sem a opção de esperar seria calculado através da teoria de neutralidade ao risco, dado que as chances de cenário positivo e negativo são de 50% e a taxa de juros livre de risco é de 15%. A equação seria a seguinte:

$$\text{Valor Esperado} = ((400 - 50 - 100) * 0,5 + (220 - 50 - 100) * 0,5) / 1,15$$

$$\text{Valor Esperado} = 139,13$$

Neste caso o VPL do projeto sem agregar o valor da opção e considerando um investimento de \$150 seria de -\$10,87. Para agregar o valor da opção monta-se a árvore de decisão e resolve-se a equação seguinte para calcular o VPL do projeto:



$$VPL\ total = \frac{((0,5 * (250)) + (0,5 * 76))}{(1 + 0,15)} - 150$$

O resultado da equação acima é de -\$8,26 e o valor da opção será a diferença entre esse VPL e o VPL calculado sem a opção que é de -\$10,87. Logo o valor da opção é:

$$\text{Valor da opção} = -8,26 - (-10,87) = 2,61$$

Novamente, o fato de possuir o direito de escolher qual caminho seguir diante de um cenário ruim de mercado fez com que o valor da empresa ou do projeto se tornasse maior que se avaliado sem a opção.

Neste trabalho as opções foram apresentadas de forma separada para enfatizar o resultado de cada uma isoladamente. Porém, na realidade, o que mais acontece é o fenômeno de opções estarem interligadas. Ou seja, uma opção depende de uma ou mais opções. Sendo assim, a análise se torna mais complexa, pois o resultado de uma irá impactar no resultado de outra.

Capítulo 4. Estudo de caso no ramo de exploração de petróleo

4.1 UBX Enterprises Ltda.

A UBX é uma holding que atua no mercado oferecendo soluções corporativas e serviços para o setor de petróleo, de gás natural e de energia no Brasil e na América do Sul. A empresa foi fundada em junho de 2005 com aproximadamente dez funcionários e hoje conta com aproximadamente setecentos.

A empresa está situada no Rio de Janeiro, sede da agência Nacional do Petróleo (ANP), do Grupo Petrobras e do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES). Por se tratar da metrópole mais próxima da indústria petrolífera, a cidade abriga os escritórios da maioria das empresas privadas brasileiras e estrangeiras do ramo de óleo e gás.

O setor de exploração de produção de petróleo (E&P) pode ser dividido basicamente em duas categorias: Onshore ou Offshore. A UBX atua apenas no mercado de E&P onshore. As duas principais diferenças entre atuar no setor Onshore e Offshore são o nível de investimento exigido e o nível de conhecimento e tecnologia exigidos para obter sucesso. As duas variáveis estão interligadas, pois para se ter mais estudos e maior tecnologia é preciso investir mais no projeto.

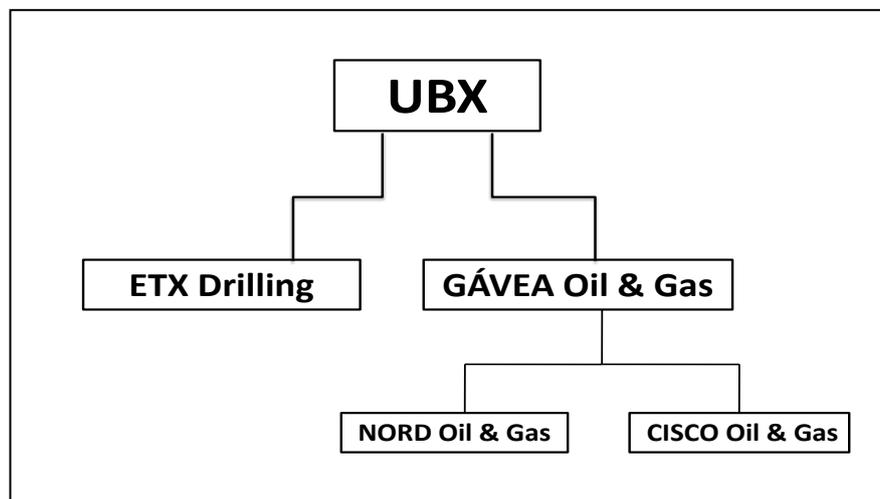
O custo de perfuração de um poço terrestre gira em torno de um milhão de dólares, em média. Os poços offshore podem variar entre dez e trezentos milhões de dólares. Tudo depende da profundidade em que se encontram os sedimentos, se em águas rasas ou se no pré-sal. Fica claro, portanto, que a escolha da UBX em participar apenas do mercado terrestre provém da quantidade de capital disponível para investimentos na operação.

O setor de exploração onshore tem apresentado sustentável crescimento. Tal crescimento é baseado nos incentivos governamentais dados a produtores independentes de petróleo através das rodadas de leilões organizadas e também pelo aumento dos investimentos feitos pela Petrobras no setor.

Dentre os negócios desenvolvidos pela UBX estão a exploração e produção de petróleo e gás natural, contratos para aluguel de sondas de exploração e sondas de “workover” (sondas utilizadas para reestruturar poços que ruíram; fazer limpeza das

paredes dos poços; e manutenção dos mesmos para uma melhor extração) e consultoria para assuntos diversos no setor de E&P.

Segue abaixo a estrutura atual de empresas que pertencem à UBX:



Gávea Oil & Gas

O objetivo da Gávea Oil & Gas e suas subsidiárias é o gerenciamento de projetos de petróleo e gás no Brasil, América do Sul e na África Ocidental. A empresa foi fundada no mesmo instante da criação da UBX. O objetivo era iniciar uma empresa de exploração independente de petróleo no Brasil aproveitando a nova era de leilões de blocos para exploração independente elaborados pela ANP (Agência Nacional do Petróleo, agência reguladora do setor de petróleo no Brasil).

As atividades no setor de petróleo onshore são divididas em duas frentes: áreas maduras e novas fronteiras. As áreas maduras correspondem às áreas que já foram exploradas e, por algum motivo, a exploração foi interrompida. Já os campos da nova fronteira são áreas que nunca foram exploradas em que existem no máximo alguns estudos, porém, nenhum poço foi perfurado até o instante.

Para concentrar as operações e simplificar os processos foram criadas duas empresas abaixo da Gávea, a Cisco Oil & Gas e a Nord Oil & Gas. A Nord detém a parte de exploração de petróleo. Já a Cisco cuida da exploração de gás natural.

No início de suas operações, a Gavea formou com importantes empresas do mercado um consórcio para participação na sétima rodada de concessões de blocos para

exploração de óleo e gás promovida pela ANP. O resultado foi a obtenção de três blocos de áreas maduras para exploração de petróleo na bacia Sergipe-Alagoas a ser efetuada pela Nord. Na área de exploração de gás, a ser desenvolvido pela Cisco foram adquiridos três blocos de áreas de nova fronteira na bacia do São Francisco. O outro bloco que pertence atualmente ao portfólio da Cisco foi adquirido na oitava rodada efetuada em 2006. Situa-se na bacia do Tucano Sul e trata-se de uma área de nova fronteira.

De acordo com o contrato assinado após sucesso na rodada de licitação, a empresa deve cumprir um cronograma de estudos e exploração. A partir do momento de assinatura do contrato a empresa que adquiriu bloco de área madura tem dois anos para efetuar o que foi proposto na oferta feita na rodada. Geralmente trata-se de estudos e avaliações de geólogos e profissionais do ramo para analisar a viabilidade de exploração do bloco. Isso acontece porque a ANP divulga poucos meses antes da rodada os blocos que serão licitados, impedindo que as empresas antecipem seus estudos.

Após esses primeiros dois anos, a empresa escolhe se deseja passar para o Segundo Período Exploratório. Nesse período a empresa é obrigada a perfurar um poço exploratório de profundidade mínima determinada pela ANP. A todo instante a empresa precisa demonstrar que possui garantias financeiras para efetuar cada passo exigido pela agência reguladora. Após o término desse ano, a empresa decide se deseja continuar com a exploração do poço ou não. Caso deseje continuar a exploração do poço a empresa de declarar comercialidade do bloco e escolher cinquenta por cento da área para ser devolvida à ANP.

A empresa só ganha a concessão de exploração do bloco após passar pelas duas primeiras fases citadas acima. Depois disso é assinado o contrato de 27 anos de concessão. Só a partir deste momento o petróleo e/ou gás encontrado deixa de pertencer à União e passa a pertencer à empresa que possui a concessão do bloco.

Dentre os três blocos adquiridos pela Nord na sétima rodada da ANP (SEAL – 330, 430 e 438) apenas dois passaram as duas primeiras fases de exploração. O SEAL 438 foi abortado, pois os estudos levaram a conclusão de que o retorno que seria obtido com a exploração da área não apresentava a viabilidade necessária.

No início de 2009 foi declarada comercialidade dos outros dois blocos, o SEAL - 430 e o SEAL - 330. Iniciando assim o processo para assinatura do contrato de concessão de 25 anos para exploração do petróleo encontrado na área. O SEAL – 330, após estudos serem feitos, apresentou uma peculiaridade. O bloco apresenta o fenômeno chamado de “Twin Blocks”. Acontece quando se encontra duas reservas dentro do mesmo bloco, mas que não estão interligadas, ou seja, são duas reservas isoladas uma da outra. Esse fato é raro e dá o direito à empresa de não devolver os 50 por cento que seriam devidos à ANP.

Em meados do ano de 2007 o Grupo UBX recebeu uma proposta de “Farm-in” de uma empresa australiana do ramo energético chamada Eromanga para ser feito junto a Nord. O acordo consiste, resumidamente, em ceder um percentual da futura produção em troca de investimentos. É um processo muito comum entre os menores produtores independentes de petróleo para poder arrecadar investimentos para sua operação.

Os blocos adquiridos pela Cisco para exploração de gás, por serem qualificados como de nova fronteira, possuem o dobro do tempo para a primeira etapa de exploração. Assim, são 4 anos na primeira fase de exploração mais 2 para a segunda fase. As mesmas regras apresentadas acima para os blocos de exploração de petróleo são aplicadas também para blocos de exploração de gás.

O total de área a ser explorada pela Nord e pela Cisco é de 9.256,50 Km². O tamanho da área não é informação mais importante quando se fala em exploração de petróleo. Exemplificando: é melhor para a empresa possuir dez blocos de 10 km² do que apenas um bloco de 100 km². Isso acontece, pois a probabilidade de se encontrar óleo aumenta quando se tem diversificação das áreas. Uma área, por maior que seja, apresenta menor probabilidade de sucesso que diversas áreas espalhadas que apresentem no final o mesmo tamanho agregado.

ETX Drilling

Empresa criada em 2006 com objetivo de dominar o setor de serviços de operações de sonda terrestre de perfuração. A empresa é sediada no Rio de Janeiro mas possui bases na Bacia do Recôncavo – BA e em Mossoró- RN por serem os centros mais importantes de perfuração de poços no Brasil.

A demanda por este tipo de serviço surgiu de dentro da própria UBX quando foram iniciados os períodos de exploração dos blocos adquiridos na sétima rodada de licitações da ANP. Diante da necessidade de operar sondas para o próprio grupo foi criada a ETX Drilling para oferecer o serviço.

Inicialmente a ETX não possuía as sondas e sim a expertise e mão-de-obra para operá-las. As sondas e seus equipamentos são importados e para isso foi iniciada negociação com uma empresa estrangeira para trazer as sondas para o Brasil. Essa empresa, depois de algum tempo, declarou falência e a única opção para a ETX conseguir continuar o processo de importação era comprar a empresa lá de fora e passar a adquirir as sondas. Assim surgiu o outro serviço efetuado pela ETX, o de aluguel das sondas.

Portanto, atualmente, a ETX oferece dois tipos de serviço: Aluguel da sonda e dos equipamentos para perfuração ou workover e prestação de serviço para operação dos mesmos equipamentos.

Existem dois tipos de sonda quando se fala em perfuração terrestre. Sondas de perfuração e sondas de workover. As sondas de workover servem para serviços de manutenção do poço, restauração, aprofundamento e limpeza. A sonda que efetua o poço e depois rege a produção é a sonda de perfuração.

Atualmente a empresa conta com dezessete contratos com a Petrobras para perfurações onshore e utilização de sondas de workover. Os contratos com a Petrobras são de quatro, seis e oito anos de duração. Possui também três contratos de quatro anos de serviços de workover com a JP Oil, empresa norte-americana de exploração de petróleo. Empresas maiores e consolidadas no mercado firmam contratos de aluguel e prestação de serviços por períodos de alguns anos como os citados acima. Já empresas de E&P de menor porte contratam por serviços de perfuração ou workover isolados.

4.2 Análise de projetos através de opções reais

4.2.1 O Mercado de Petróleo

Breve histórico do petróleo

A chamada indústria moderna petrolífera nasceu no ano de 1859 no mês de agosto. Povos da antiga mesopotâmia já utilizavam derivados do óleo para fins bélicos, de construção e de iluminação. Porém, foi a partir da perfuração do primeiro poço na Pensilvânia nos EUA em 1859 que a exploração moderna de petróleo começou.

A propriedade das reservas naturais de cada país sempre foi motivo de discussões e o auge do tema foi após a segunda guerra mundial quando o processo de descolonização se deu ao redor do mundo. Até este momento as empresas norte-americanas chamadas de “seis irmãs” dominavam praticamente toda a exploração no mundo. Foi criando a OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo), em 1960, que começou no Oriente Médio um movimento contra o domínio das grandes companhias norte-americanas.

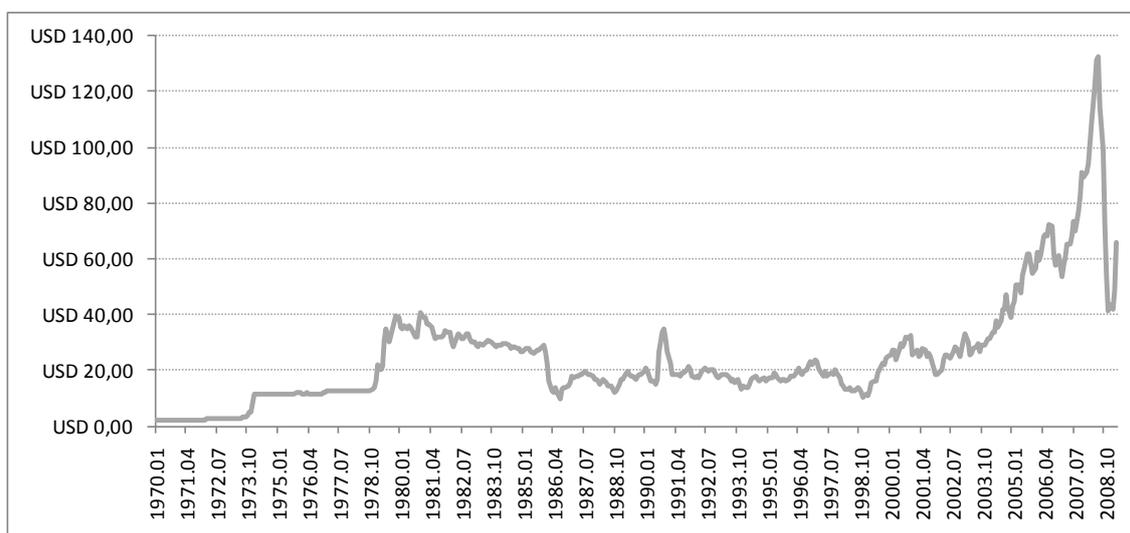
Os EUA e Europa sempre foram s maiores consumidores de petróleo e foi na década de 1970 que a proporção de forças entre demanda e oferta foi alterada. As nacionalizações das reservas no Oriente Médio continuaram e a guerra do Yom Kipur em 1973 fez com que a OPEP aumentasse o preço do petróleo em 70% limitando sua produção. No momento da primeira crise do petróleo, em 1973, o Oriente Médio produzia cerca de 37% do total mundial de petróleo. As grandes empresas perderam o controle sobre o preço o petróleo e passaram a controlar mais o refinamento e a logística de comercialização e transporte.

Em 1979, outra crise fez com que o preço do petróleo disparasse. A primeira fez com que o preço fosse de U\$7 para U\$ 11, já a segunda fez o preço alcançar a marca de U\$38. O aumento foi gerado pela revolução islâmica no Irã e um pedido de renegociação dos contratos das companhias estrangeiras no Oriente Médio que gerou controvérsias. Por aproximadamente duas décadas o preço se manteve estável entre U\$20 e U\$25. Após o atentado terrorista em Nova Iorque em 2001 a situação volta a ficar conturbada e uma nova alta do petróleo é iniciada. Essa alta irá terminar apenas em 2008 com a crise do mercado imobiliário que estoura a bolha das commodities e reduz o preço do petróleo de U\$120 para U\$40.

O aumento do petróleo é positivamente correlacionado com o aquecimento das atividades industriais e econômicas dos países. Devido a um cenário mundial muito bom e o enorme crescimento de demanda imposto pela entrada da China no mercado internacional, os preços do petróleo e das commodities em geral conseguiram sustentar seu crescimento exacerbado.

A seguir está exposto gráfico da média de preço de uma cesta de petróleo bruto, retirada da base de dados Ipeadata desde 1968 e a demonstração clara dos choques citados acima, ressaltando a vertiginosa queda no fim de 2008 e início do ano de 2009:

Preço histórico do petróleo bruto (1968 – 2009)



Fonte: Ipeadata (Commodities - petróleo - cotação internacional - US\$ - FMI/IFS - IFS12_PETROLEUM12)

Perspectiva de preços nos próximos cinco anos

O mercado mundial de exploração de petróleo nos últimos anos conviveu com a certeza de que as reservas estavam chegando perto da inversão da curva de crescimento da produtividade. Ou seja, o ritmo de crescimento das descobertas de reservas estava começando a ser menor que o crescimento da demanda pelo óleo.

A partir dessa discussão chega-se a uma estimativa do fim do petróleo. Com essa estimativa traçada, com a preocupação de o petróleo um dia acabar e o aumento da demanda no mundo fez com que o petróleo atingisse preços recordes. Neste momento

de turbulência a Petrobras anuncia o encontro de reservas de petróleo na camada chamada de pré-sal que prolongariam bastante o horizonte de fim da matéria-prima.

Cabe aos analistas projetar qual o cenário irá ocorrer nos próximos anos. O primeiro cenário factível seria a comprovação da viabilidade de explorar o petróleo do pré-sal e a continuação das descobertas ao redor do mundo. Esse movimento faria com que o fim do petróleo não fosse visado, a oferta não seria restringida e o preço do petróleo se manteria em patamares em torno de US\$60 nos próximos 30 anos. Junto a isso, há a outra suposição de que a demanda mundial por petróleo iria se reduzir devido à recessão que o mundo enfrentaria no período pós-crise financeira do ano de 2008. Junto a esses fatores, estaria o arrefecimento das economias da China e da Índia, países emergentes fortemente afetados pela crise. Com a demanda cada vez menor e uma oferta comprovadamente maior o preço do petróleo cairia bruscamente e se manteria no nível de US\$60 por barril.

No outro cenário ocorreria o contrário. Para a projeção estão sendo considerados os dois extremos. Ou seja, as novas e grandes reservas do pré-sal não seriam consideradas exploráveis, as descobertas ao redor do mundo diminuiriam afetando negativamente a oferta de óleo. A crise financeira se demonstraria muito menos impactante do que todos achavam que de fato seria, fazendo com que as economias mundiais voltassem a se aquecer gerando forte demanda pelo petróleo como combustível e insumo de alguns setores. A demanda se revelando maior a cada momento junto a uma oferta em redução ao longo do tempo faria com que o preço do petróleo aumentasse bastante, alcançando o patamar de US\$120.

O terceiro ano da projeção foi considerado como um ano de crise. Foi suposto que uma forte crise voltaria a afetar o mundo neste ano. A demanda por petróleo cairia bruscamente em todo o planeta, pois as economias estariam em profunda recessão e os fortes demandantes de petróleo estariam com suas operações paralisadas ou muito reduzidas. Esse ano de crise foi considerado nos dois cenários e o preço do barril de petróleo cairia 50% com relação ao preço praticado no mercado anteriormente. A recuperação das economias foi considerada rápida e, já no ano seguinte, o preço do petróleo volta a seguir a lógica descrita acima.

Os dois cenários foram montados após conversa com um dos executivos da Nord Oil & Gas. Como já citado, foram utilizados dois extremos de projeção para dar margem à abordagem binomial de avaliação.

O Mercado Brasileiro

No ano de 1939 foi encontrado pela primeira vez petróleo no Brasil, na cidade de Salvador na Bahia, que viria a ser a primeira grande reserva brasileira. Em 1953 o presidente Getúlio Vargas cria a Petróleo Brasileiro S/A – Petrobras, para executar as atividades referentes ao petróleo em nome da União. Até o ano de 1997 a empresa exerceu monopólio sobre todas as operações exceto sobre distribuição atacadista. Em 1997 foi permitida a entrada de empresas estrangeiras para competir com a Petrobras.

A partir deste momento foi criada a ANP para regular, fiscalizar e contratar empresas no setor. A agência substituiu o antigo Conselho Nacional do Petróleo (CNP). A agência ficou encarregada de controlar as operações dos produtores de petróleo em território brasileiro. Além disso, organiza as rodadas de licitação para exploração e produção de blocos independentes. A terminologia de blocos e empresas produtoras independentes surgiu para diferenciar daquelas que são controladas pelos governos dos países produtores ao redor do mundo.

No ano de 2000 a Petrobras e, conseqüentemente o Brasil, quebram o recorde de produção de petróleo em águas profundas (extraindo petróleo a 1.877 metros de profundidade). Em 2006 o Brasil atinge a auto-suficiência em petróleo, ou seja, produzia mais petróleo do que consumia e passou a ser um ofertante líquido de óleo no mercado internacional.

No Brasil, o mercado de blocos para exploração independente está bastante aquecido e a ANP se prepara para a décima rodada de licitações de blocos para exploração de petróleo e gás natural. A idéia é se favorecer de iniciativas privadas menores para aproveitar os campos que não são explorados pela Petrobras e também podem gerar lucros e, conseqüentemente, maior arrecadação através de royalties e impostos.

No ramo offshore, a Petrobras domina os estudos, explorações e produções. Recentemente vem evoluindo nas descobertas na região do pré-sal (petróleo em áreas

abaixo dos 7 mil metros de profundidade) e elaborando estudos para ver se é possível e viável explorar esse óleo.

4.2.2 Custo de Capital da Nord Oil & Gas

A empresa não apresenta no momento capital de terceiros em sua estrutura. Portanto, o custo de oportunidade de investir seu capital na empresa, ao invés de alocá-lo em outros investimentos será calculado pelo modelo CAPM diretamente.

Por se tratar de uma produtora independente de petróleo e gás, o beta a ser utilizado será o beta apresentado pelo setor em que atua (uma vez que a companhia não é listada em bolsa). Por se tratar de negócio relativamente novo no Brasil existe apenas uma empresa listada na Bovespa que se enquadraria no setor da Nord que seria a OGX Petróleo. Dados coletados na Reuters indicam que o beta da indústria de produção e exploração de petróleo e gás é de 0,44. Esse valor considera empresas do mundo inteiro que fazem parte da indústria citada acima.

Esse valor irá expor o modelo a algumas incoerências, pois ele é calculado através do mercado estrangeiro e as taxas aqui utilizadas serão do mercado brasileiro. Portanto, esse valor baixo não representa perfeitamente o nível de risco e correlação da empresa com o mercado. Uma empresa que está no início de suas operações possui um risco muito grande se comparada ao mercado, logo, o valor do beta deveria ser mais alto.

A taxa livre de risco utilizada foi a projeção da taxa básica de juros do Brasil, a SELIC, para o final de 2010. Seu valor foi coletado no relatório Focus do Banco Central que expõe as expectativas do mercado com relação a alguns índices, como a inflação e sua meta. O prêmio de mercado, o qual representa a diferença entre o retorno de mercado e a taxa livre de risco, foi calculado através média histórica dos últimos dez anos dos retornos gerados pelo índice Ibovespa.

A projeção dos valores no modelo está sendo feita em moeda constante. Ou seja, o impacto da inflação ao longo do tempo não é considerado. Portanto, é preciso ajustar a taxa de desconto a essa realidade. A taxa livre de risco utilizada é nominal e, sendo assim, foi deflacionada pela expectativa do mercado para a inflação também coletada no Relatório Focus divulgado pelo Banco Central do Brasil. A tabela abaixo resume todos os dados citados e mostra o resultado final do cálculo pelo CAPM:

| Variáveis | | Descrição |
|---------------------|--------|--|
| Beta | 0,44 | Beta do mercado de Exploração e Produção de petróleo (Reuters) |
| Taxa livre de risco | 9,15% | Taxa SELIC projetada para fim de 2010 |
| Inflação | 4,26% | Projeção inflação para o fim de 2010 |
| Retorno de mercado | 20,49% | Retorno médio Índice Bovespa últimos 10 anos |
| CAPM | | 11,64% |

A taxa determinada pelo CAPM será utilizada para descontar no tempo o valor do projeto que será calculado através da análise da opção real inerente ao projeto da Nord.

4.2.3 Análise do Projeto

Números Operacionais e Premissas utilizadas

O modelo utilizado a seguir para calcular o valor que a opção real agrega ao valor do projeto foi baseado no estudo de Trigeorgis (1996). Através de reuniões com o diretor financeiro do Grupo UBX e da empresa Nord Oil & Gas foram extraídas informações cruciais para o desenvolvimento do projeto.

Serão analisados os dois blocos que atualmente são considerados passíveis de produção imediata (SEAL-330 e SEAL-430). Eles juntos formam uma reserva recuperável de dezoito milhões de barris (18MM). Essa será a quantidade de reserva considerada para o estudo. O valor em dólares da reserva será calculado através da multiplicação da quantidade de barris pelo preço do barril.

A capacidade instalada estimada de produção dos dois blocos em conjunto será de 1.300 barris de petróleo por dia. Para atingir essa estrutura de produção teriam que ser furados vinte poços para estudo da área e para auxílio na decisão de onde é o melhor ponto para produzir. Cada poço custa em média um milhão de dólares para ser perfurado. Para ganhar a concessão foram gastos mais um milhão de dólares com estudos e com o programa de exploração mínima na fase inicial do cronograma da ANP. O total de investimentos é de vinte e um milhões de dólares.

O preço que a empresa consegue vender o petróleo sofre um deságio de 20% sobre o preço de mercado do petróleo por sua diferença no nível de qualidade e densidade. Somado a isso há o custo com royalties e impostos. Sendo assim, a empresa recebe o valor do barril de petróleo de mercado líquido de aproximadamente 50%. Os

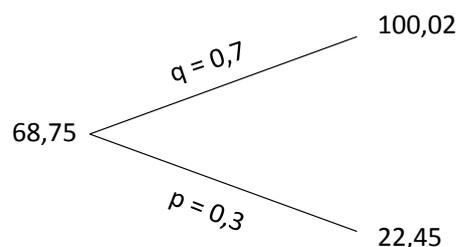
preços considerados para os dois cenários serão US\$60 e US\$ 120. Adicionalmente será considerada a ocorrência de uma forte crise na economia mundial que fará com que os preços caiam 50% no terceiro ano da projeção. Esse fato irá afetar a decisão da empresa de parar ou não sua produção neste ano. Segue abaixo tabela resumindo as premissas de preços:

| Preços | US\$/barril |
|--------------------------|--------------------|
| Preço de mercado Cen 1 | 60,00 |
| Preço do Ano crise Cen 1 | 30,00 |
| Preço de mercado Cen 2 | 120,00 |
| Preço do Ano crise Cen 2 | 60,00 |

Para operacionalizar a produção, a empresa incorre em um custo fixo de cento e quarenta mil dólares por mês. Os custos variáveis são representados em valor por barril e o valor gasto pela Nord para produzir é estimado em torno de dezesseis dólares por barril. Segue abaixo uma tabela com as principais premissas utilizadas:

| | Valor | Unidade |
|--------------------|--------------|----------------|
| Reservas | 18 MM | Barris |
| Dias de produção | 340 | Dias /ano |
| Produção anual | 442.000 | Barris/ano |
| Investimento total | 21.000.000 | US\$ |
| Custo variável | 16 | US\$/barril |
| Custo Fixo | 1.680.000 | US\$/ano |

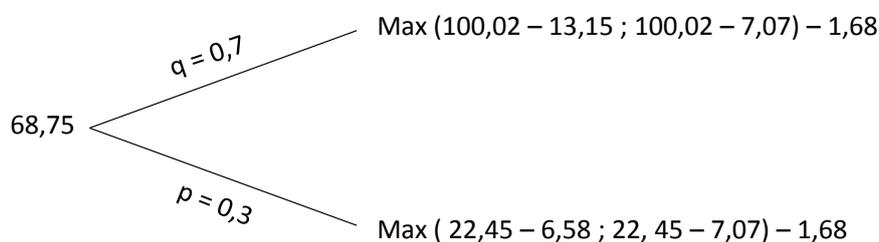
A partir dessas premissas e considerando uma projeção de 27 anos de concessão, chegou-se a um valor esperado para o projeto em cada cenário calculado apenas pelo método de FCD. Posteriormente foi adicionada uma opção real de parar a produção no terceiro ano da projeção devido a grande baixa do preço do petróleo ocorrida devido a instauração da enorme crise mundial que dura 1 ano. As probabilidades de ocorrência de cada cenário foram obtidas e arbitradas através de conversas com executivo da Nord. Segue abaixo a árvore de decisão utilizada para calcular VPL do projeto sem a opção de parar a produção (valores em milhões de dólares):



A taxa de desconto utilizada no cálculo foi calculada através do CAPM demonstrado acima: 11,64%. A fórmula abaixo pode representar a forma como foi alcançado o valor esperado e o VPL total do projeto:

$$VPL\ total = \frac{((0,7 * (100,02)) + (0,3 * (22,45)))}{(1 + 0,1164)} - 21$$

Resolvendo a equação acima chegamos a um VPL de 47,75 milhões de dólares. Para inserir a opção real no estudo iremos considerar que antes de parar a produção a empresa realizou apenas 15,75 milhões de investimento dos 21 previstos, pois a produção é pausada no terceiro ano quando ainda haveria 25% dos investimentos por fazer. Assim, a árvore de decisão no caso com a opção de parar a produção seria:



Seguindo o mesmo cálculo usado para o caso sem opção de parar, a equação a ser resolvida é a seguinte:

$$VPL\ total = \frac{((0,7 * (100,02 - 7,07)) + (0,3 * (22,45 - 6,58)))}{(1 + 0,1164)} - 15$$

O resultado da equação acima é 48,02. Assim como feito para os exemplos das opções reais existentes nos capítulos anteriores, subtrai-se o VPL sem opção do valor do VPL considerando a opção real de parar a produção para descobrir o valor da opção:

Valor da opção: $47,75 - 48,02 = 0,272$

Portanto, a opção de parar sua produção por um ano agrega a Nord Oil & Gas um valor de 272 mil dólares que ficam escondidos quando a avaliação é feita através do método do fluxo de caixa descontado. Foi melhor para o valor da empresa, possuir a opção de parar a produção em troca de não gastar os custos variáveis da mesma e também não vender barril nesse ano. Isso acontece, pois o preço do barril está tão baixo que é operacionalmente inviável sua venda.

Diante de um cenário inesperado a flexibilidade gerencial do administrador da Nord agregou valor à sua empresa. Quando não era viável manter a produção de seus poços, o gestor escolheu por parar sua atividade enquanto o preço do petróleo não retomava valores economicamente viáveis

Capítulo 5. Conclusão

Conforme analisado, o modelo mais utilizado pelo mercado para valorar empresas e projetos é o método do fluxo de caixa descontado. O método consiste em duas partes, calcular o fluxo de caixa livre e a taxa à qual esse fluxo será descontado para valor presente. Porém, ele apresenta na maioria das análises duas grandes limitações: falta de flexibilidade e não valoração da incerteza e incoerências no seu horizonte de tempo.

A teoria de opções reais surgiu e evoluiu bastante com o aperfeiçoamento das técnicas de apreçamento das opções financeiras. Principalmente após o trabalho de Black e Scholes (1973). Muitas analogias podem ser feitas entre as opções financeiras e as opções reais, basta comparar os parâmetros que são utilizados no modelo elaborado por Black e Scholes com a análise de opções reais. Atualmente, boa parte dos gestores de empresas utiliza do método de opções reais para basear suas decisões e mensurar o valor das mesmas dentro de um projeto.

Para exemplificar algumas situações que podem ser analisadas pelo método, foi elaborado o modelo de apreçamento binomial de opções. No qual são definidos dois prováveis cenários e a cada um deles são atribuídas probabilidades que somadas resultam 100% de chance. A partir daí, foram elaborados quatro modelos simples de opções reais para exemplificar a análise: opção de adiar investimento, opção de expandir, opção de abandono e opção de parar temporariamente. Para ilustrar uma das opções citadas foi escolhida uma empresa no ramo petrolífero.

O setor de exploração e produção de petróleo motiva o estudo de opções reais, pois gera muita incerteza quanto ao preço de seu principal produto, o petróleo. Sendo assim, foi escolhida a Nord Oil & Gas e um de seus projetos para demonstrar como a análise da opção real pode afetar no valor do projeto. Conforme exposto em um breve resumo da Nord, a empresa pertence a uma holding chamada UBX Enterprises Ltda. que se propõe a prestar diversos tipos de serviços nesse ramo através de algumas empresas especializadas em diversas áreas.

A produção de petróleo da Nord foi analisada e seu valor gerado através dos métodos de fluxo de caixa descontado e de opções reais. O resultado final gerou valores diferentes. O valor que engloba a opção de parar temporariamente a produção de petróleo, dado que existirá um ano de extrema crise, foi maior. Provando que a

flexibilidade que o gestor possui ao emitir decisões sobre seus projetos agrega valor à sua empresa. Neste caso, o valor dessa opção é de 0,57% do valor gerado pelo método de fluxo de caixa descontado.

Esse valor pode parecer pequeno diante do valor total da firma. Porém, a análise feita foi muito simples. O método de opções reais é mais complexo do que o modelo elaborado acima. Essa versão mais simples foi utilizada, pois a intenção do trabalho é mostrar que existe esse valor agregado na análise e não detalhar passo a passo o modelo de opções reais completo. Essa análise demandaria um trabalho mais extenso e um poder teórico altamente avançado na teoria das finanças.

Para chegar a esse modelo seria necessário fazer um estudo da distribuição de probabilidade que o preço de petróleo segue ao longo do tempo e a tendência que essa curva deve seguir nos anos em que a empresa detém a concessão de produção. O período de tempo utilizado teria que ser encurtado para o menor espaço de tempo possível, podendo atingir a análise em tempo contínuo. Os nodos da árvore binomial deveriam ser continuados a partir do primeiro período, gerando uma árvore de decisão com muitos nodos até chegar-se a análise em tempo contínuo.

Completando a análise, outras opções reais podem estar presentes no futuro da empresa. Se a curva do preço de petróleo de mostrar em níveis muito baixos no longo prazo caberia aos gestores da empresa fechar a empresa e maximizar o valor dos ativos restantes para reduzir o prejuízo. Ou então, esperar para furar novos poços em busca da melhor pressão de extração do óleo de acordo com a variação esperada do preço. Portanto, opções compostas devem ser analisadas no futuro do projeto.

Logo, detalhar melhor a análise por fluxo de caixa descontado, atrelar análises probabilísticas e estatísticas às premissas do modelo e modelar especificamente as inúmeras opções reais que poderiam existir nas operações, tornariam o modelo muito mais completo e complexo em um possível próximo estudo.

Por fim, cabe ressaltar que a teoria de opções reais ainda tem muito que evoluir no sentido da complexidade que apresenta para se elaborar o modelo e passar um alto grau de confiança sobre as premissas utilizadas para a pessoa que for comprar o estudo. Este trabalho visa esclarecer um pouco do que é abordado na teoria e dar início a uma futura análise completa do projeto da empresa Nord Oil & Gas pela teoria de opções reais.

Bibliografia

- BESSADA, Octavio. BARBEDO, Claudio. ARAÚJO, Gustavo. Mercado de derivativos no Brasil: Conceitos, operações e estratégias. Segunda edição revista, São Paulo: Record, 2007;
- BLACK, Fischer; SCHOLES, Myron. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, (81), pp. 637-59, 1973;
- BOER, Peter. The Real Options Solution: Finding Total Value in a High-Risk World. First Edition, New York: John Wiley & Sons, 2002;
- COPELAND, Tom. ANTIKAROV, Vladimir. Real Options: A practitioner's guide. First edition, New York: Cengage Learning, 2003;
- DIXIT, Avinash. PINDYCK, Robert. Investment under uncertainty. First Edition, New Jersey: Princeton University Press, 1994;
- GRAHAM, John; HARVEY, Campbell. The theory and practice of corporate finance: evidence from de field. *Journal of Financial Economics*, vol. 60 pp. 187-243, 2001;
- GUIMARÃES, Marco Antonio. Material exposto em seu curso de graduação. Pontifícia Universidade Católica, 2009;
- HITCHNER, James. Financial Valuation: Applications and models. Second Edition, New Jersey: John Wiley & Sons, 2006;
- HULL, John. Options, Futures, and other Derivatives. Sixth edition, New Jersey: Prentice Hall, 2006;
- KESTER, Carl. Today's options for tomorrow's growth. *Harvard Business Review* 62, no. 2: 153-160, 1984;
- KULATILAKA, Nalin; MARKS, Stephen. The Strategic Value of Flexibility: Reducing the Ability to Compromise, *American Economic Review*, pp. 574-80, 1988;
- MARTELANC, Roy; PASIN, Rodrigo; CAVALCANTE, Francisco. Avaliação de empresas: Um guia para fusões & aquisições e gestão de valor. Primeira Edição, São Paulo: Prentice Hall, 2005;
- MASON, Scott; MERTON, Robert. The Role of Contingent Claims Analysis in Corporate Finance. *Recent Advances in Corporate Finances*, eds. E. Altman and M. Subrahmanyam, Homewood, IL: Richard D. Irwin, pp. 7-54, 1985;

- MERTON, Robert. Theory of Rational Option Pricing. Bell Journal of Economics and Management Science, (4), pp. 141-83, 1973;
- MYERS, S.C. Determinants of Corporate Borrowing. Journal of Financial Economics, (5), pp. 147-75 1977
- ROSS, Stephen; WESTERFIELD, Randolph; JORDAN, Bradford. Princípios de administração financeira. Tradução de Andrea Minardi. Segunda Edição, São Paulo: Editora Atlas, 2008;
- SMIT, Han. TRIGEORGIS, Lenos. Strategic investment: Real options and games. First edition, New Jersey: Princeton University Press, 2004;
- TOURINHO, Octavio. The Valuation of Reserves of Natural Resources: An Option Pricing Approach. PhD dissertation, November, University of California, Berkeley, 1979;
- TRIGEORGIS, Lenos. Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1996;
- TRIGEORGIS, Lenos; MASON, Scott. Valuing Managerial Flexibility. Midland Corporate Finance Journal, Spring, pp. 14-21, 1987;
- UBX Enterprise Ltda. Disponível em: <www.ubx.com.br>
- Wikipedia, Real Option Analysis. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Real_options_analysis>