

4

Referencial teórico

Um projeto de investimento pode ter diferentes avaliações dependendo dos critérios utilizados na análise. Em geral, somente são considerados fatores tangíveis, aqueles que podem ser medidos monetariamente, cujo objetivo é a análise da rentabilidade. Somente após essa análise é que são considerados outros aspectos intangíveis do projeto pelo tomador de decisão. Assim é o que acontece com os projetos de E&P. Procura-se petróleo, porque é uma alternativa de investimento rentável, se comparada com demais investimentos em outros setores. Nesse sentido, a modelagem matemática do fluxo de caixa do projeto é o ponto chave para a tomada de decisão sobre o investir ou não num projeto. Dependendo dos critérios de avaliação utilizados, é que um determinado projeto de investimento pode ser aceito ou rejeitado pelo tomador de decisão.

O processo de tomada de decisão em projetos de riscos envolve a utilização de técnicas quantitativas. Todavia além das incertezas existem também os objetivos do tomador de decisão que pode ser um critério não quantificável. Assim é necessário combinar um conjunto de técnicas como, por exemplos, as tradicionais (indicadores de análise), a representação gráfica (árvore de decisão), a aversão ao risco do investidor, etc.

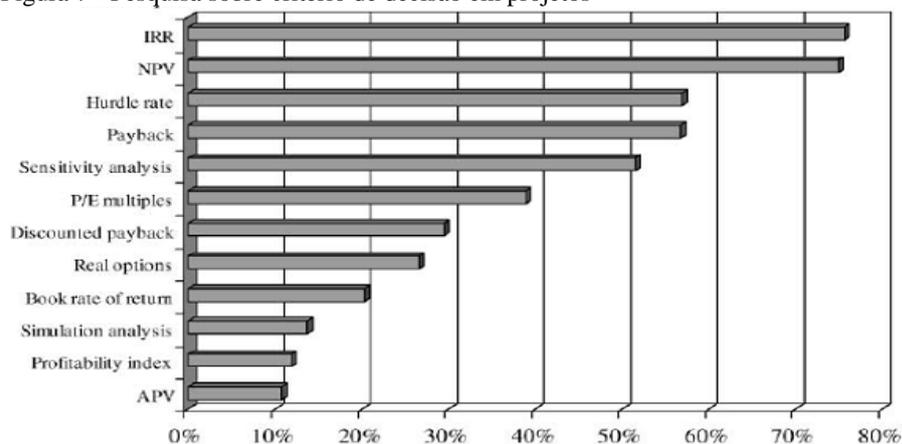
4.1.

Métodos tradicionais de análise de viabilidade econômico-financeira

A construção de um modelo de fluxo de caixa do projeto envolve a utilização de indicadores tradicionais de análise, dentre eles: Taxa Mínima de Atratividade – TMA (ou *Hurdle rate*), o Valor Presente Líquido – VPL (ou *Net Present Value - NPV*), a Taxa Interna de Retorno - TIR (ou *Internal Rate of Return - IRR*) e o *payback* descontado.

A Figura 7 faz referência a uma pesquisa feita com 392 CFO's dos EUA e Canadá sobre a técnica de avaliação de projetos utilizada. Observa-se que VPL é depois da TIR um dos principais critérios de avaliação de projetos utilizados. Talvez isso aconteça porque seja mais interessante avaliar investimentos em taxas percentuais do que valores monetários (como acontece no VPL). Além disso, vantagem do método da TIR é apresentar o valor de uma taxa de juros como um indicador de rentabilidade, enquanto o método do VPL pode ser apresentado como um indicador de lucratividade. Também pode se notar que a variabilidade na preferência por um determinado método demonstra que todos envolvem vantagens e desvantagens quanto a sua utilização. O ideal é procurar extrair informações úteis desses indicadores levando em consideração suas limitações.

Figura 7 - Pesquisa sobre critério de decisão em projetos



Fonte: Graham, John R. & Harvey, Campbell R., 2001

A Taxa Mínima de Atratividade - TMA é a taxa de desconto que representa o mínimo de ganho financeiro para o investidor considerando o custo de oportunidade, o risco e a liquidez do negócio. Ao optar por investir no setor de exploração e produção de petróleo busca-se superar o custo de oportunidade, isto é, captar os ganhos do crescimento econômico do mercado. Entretanto essa opção envolve o risco intrínseco do negócio que é a probabilidade de se fazer ou não descobertas comercialmente viáveis de hidrocarbonetos. Portanto a opção está associada à preferência do tomador de decisão a esse risco. Por causa dessa subjetividade quanto à preferência ao risco, cada companhia de E&P terá uma tomada de decisão que será

influenciada por fatores como: o tempo, a limitação orçamentária, o momento da economia, a tolerância ao risco, *etc.* Investe-se em E&P, porque a perspectiva da relação risco-rentabilidade é economicamente atrativa. Já a liquidez também deve ser considerada no cálculo da taxa do custo de oportunidade. Ela representa o grau de rapidez em que um investimento pode ser convertido em dinheiro. A decisão de investir em projetos de E&P deve ser feita levando em consideração que o tempo de maturação desses projetos é de longo prazo e que o capital investido ficará comprometido por um longo período de tempo. O que se considera nesses tipos de projetos é a rentabilidade que esse investimento pode trazer. Em geral, as empresas de consultoria em certificação de reservas no setor de petróleo e gás natural, utilizam em projetos de blocos exploratórios licenciados no Brasil a taxa de desconto de 10% a.a.. Entretanto cada companhia deve calcular a sua TMA que pode ser dado pelo cálculo do custo médio ponderado de capital.

O Valor Presente Líquido - VPL (ou valor atual líquido - VAL) é um dos principais métodos de decisão utilizados para avaliação de projeto de E&P. Como critério de decisão utiliza-se o VPL com a taxa de desconto TMA, que é a taxa esperada pelos donos do projeto. Espera-se que o projeto cubra os investimentos realizados e a remuneração mínima exigida pelos donos do projeto. No entanto, o VPL apesar da facilidade de uso, apresenta uma simplificação fictícia da realidade ao assumir que o valor da taxa de desconto permanecerá constante durante toda a duração do projeto. Somente um teste de sensibilidade na taxa de desconto pode apurar quanto à limitação desse indicador pode influenciar os resultados obtidos com o modelo.

A Taxa Interna de Retorno - TIR é uma taxa de desconto que iguala o VPL dos fluxos de caixa de um projeto a zero. Quanto maior a TIR, maior a atratividade do projeto, pois se acredita que ela remunera melhor o capital investido.

Em suma, apesar da facilidade de aplicação, os métodos tradicionais de análise de viabilidade-econômica financeira possuem duas grandes limitações: (i) não considera a incerteza e (ii) as restrições orçamentárias.

Os fatores de riscos estão associados às premissas utilizadas na modelagem do projeto que podem ou não se realizar. Tais fatores estão associados ao histórico operacional da companhia, as incertezas sobre o desempenho futuro das operações, as incertezas sobre a disponibilidade dos recursos necessários às operações etc. Caso as premissas adotadas não se realizem a companhia não atingirá os resultados e as previsões esperadas na modelagem no projeto. E caso as premissas adotadas se realizem, não há certeza de que os projetos sejam economicamente viáveis.

Quanto às restrições orçamentárias, os métodos tradicionais consideram a premissa que todos os projetos rentáveis, independente do montante de recursos financeiros necessários podem ser realizados. As companhias de E&P ao decidir explorar determinadas áreas, adiam temporariamente o aumento de esforços para explorar outra área naquele momento. Por exemplo, um projeto na Bacia de Santos, que envolve uma série de estudos e levantamento de dados daquela área (e conseqüentemente de custos), pode comprometer os recursos que seriam alocados em um projeto na Bacia de Campos.

4.2. Valor monetário esperado

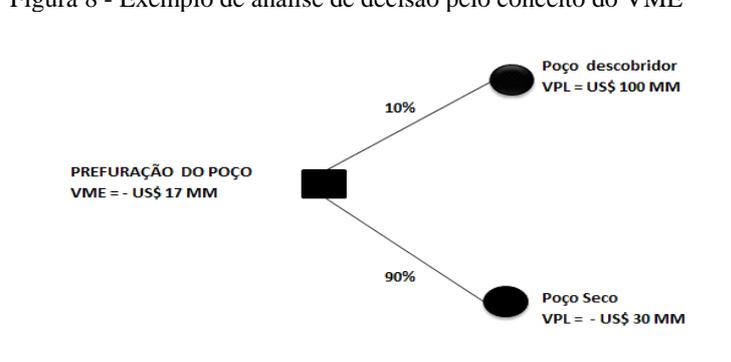
Na existência de riscos, a técnica mais utilizada é a de ajustar a taxa de desconto ao risco. Entretanto, esses cálculos são arbitrários, pois não são consideradas as conseqüências para a empresa no caso da ocorrência do evento desfavorável.

Nepomuceno e Suslick (2000) apresentam o método do valor monetário esperado - VME para o caso em que a probabilidade de sucesso seja conhecida. O método do VME consiste em fazer uma ponderação do VPL pela sua probabilidade de sucesso. Por esse método devem-se aceitar os projetos que possuam VME com valor positivo. No entanto, os autores fazem críticas à utilização do VME, pois o mesmo desconsidera a aversão ao risco dos investidores. O VME é calculado conforme a Eq. [1].

$$VME = prob * VPL_{sucesso} + (1 - prob) * VPL_{insucesso}$$

Segundo Costa (2003), o conceito de VME compõe um dos critérios mais usados para a tomada de decisão sob incerteza em projetos de exploração de petróleo. A Figura 8 apresenta um exemplo de uma aplicação do VME. No exemplo, uma companhia avaliando um projeto de perfuração estima que o custo para perfurar um poço de petróleo é de US\$ 30 milhões. O projeto tem apenas 10% de sucesso, e caso resulte em poço descobridor, terá um VPL de US\$ 100 milhões. Caso a perfuração resulte num poço seco, o projeto não gerará retorno e terá um VPL negativo de US\$ 30 milhões. Portanto, o VME do projeto é negativo no montante de US\$ 17 milhões por poço.

Figura 8 - Exemplo de análise de decisão pelo conceito do VME



Fonte: Própria

A Tabela 4 mostra um exemplo da utilização do VME para decidir qual o melhor projeto. Pelo critério do VPL, o melhor projeto é o Projeto IV. Entretanto, pelo critério do VME, o melhor projeto é o Projeto III. Assim, o método do VME tem a vantagem de fornecer, por um único valor, uma referência capaz de identificar qual o melhor projeto. Por outro lado, o VME tem a desvantagem de não considerar a magnitude do dinheiro exposto à probabilidade de insucesso, que no caso significa a perda do capital investido. O VME também não considera a preferência do tomador de decisão frente ao risco de cada projeto.

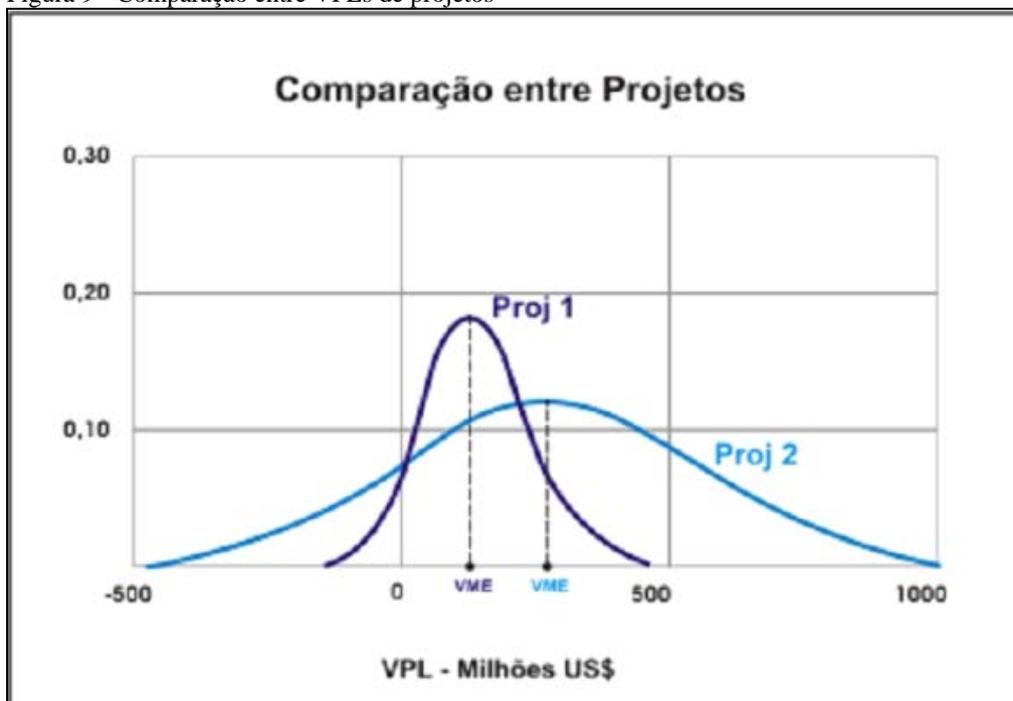
Tabela 4 - Exemplo de VME

Projetos	Ref.	I	II	III	IV
VPL (Sucesso)	US\$ MM	100	100	70	120
VPL (Insucesso)	US\$ MM	-30	-10	-10	-20
Probabilidade de Sucesso	Decimal	0,10	0,10	0,20	0,15
VME		-17	1	6	1

Fonte: Própria

Outra desvantagem do uso do VME é que o método não considera o grau de dispersão dos resultados (o risco envolvido) para o VPL. A Figura 9 ilustra essa desvantagem.

Figura 9 - Comparação entre VPLs de projetos



Fonte: Costa, 2003.

4.3. Probabilidade e estatística aplicada a E&P

Segundo Costa (2003), nos anos 80, época dos altos preços do petróleo, a previsão de produção era baseada em simulações de modelos determinísticos. Com o aumento do número de incertezas dos projetos de E&P, a previsão da produção, e conseqüentemente da viabilidade econômica, dos campos de petróleo passou a ser baseada em modelos probabilísticos. O risco normalmente é expresso por curvas de distribuição probabilísticas que podem ser obtidas de duas formas: ou pela análise de resultados ocorridos no passado; ou por simulações numéricas (para projeções futuras).

As técnicas de modelagem determinísticas não são adequadas para avaliação do grau de incerteza. O desconhecimento e a complexidade das incertezas exploratórias conduzem ao um tratamento probabilístico dos riscos envolvidos. As incertezas presentes na determinação das variáveis implicam em risco para o processo de tomada de decisão, visto que não há como prever com exatidão os resultados futuros do projeto. Do início da etapa exploratória até o final da etapa de devolução da área para a ANP, o volume de informações tende a crescer, enquanto que as incertezas tendem a diminuir.

A correta aplicação de técnica de análise de risco em projetos de E&P requer o uso de ferramentas estatísticas para a estimativa de diversas informações. São estimados custos, taxa de retorno, fluxo de caixa, VPL, probabilidade de sucesso e VME. Nestas estimativas, a distribuição probabilística pode ser usada para descrever graficamente o intervalo de possíveis valores e probabilidades associadas a uma variável aleatória. Existem alguns valores específicos que podem representar importantes informações sobre a distribuição de probabilidades, como por exemplo, as medidas de tendência central e as medidas de dispersão.

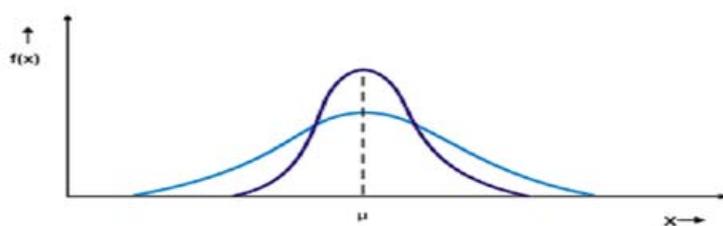
4.3.1. Medidas de tendência central e de dispersão.

As medidas de tendência central (ou medidas de posição) são valores que representam as tendências de concentração dos dados observados. A média aritmética pode ser utilizada como uma aproximação do valor médio de um intervalo de valores. Nesse caso considera-se a premissa de que os valores da variável dentro do intervalo ocorrem no seu ponto médio. A desvantagem dessa aproximação é que ela é afetada por valores extremamente grandes ou extremamente pequenos. Nesse sentido, Newendorp (1975, *apud* Costa 2003) afirma que quando se analisa dados estatísticos é recomendável ter um número grande de intervalos (pelo menos oito) para se tiver um valor significativo que represente a média.

As medidas de dispersão de uma distribuição indicam o grau de afastamento dos valores de uma variável em relação à média. As medidas de dispersão mais comuns em projetos são a variância e o desvio-padrão. A variância é a média dos quadrados dos desvios. O desvio-padrão é a raiz quadrada positiva da variância.

A Figura 10 mostra exemplos de distribuições para variáveis de mesma média e desvios padrão diferentes. Observa-se que o valor médio de uma distribuição fornece importantes informações, mas não indica nada sobre sua variabilidade.

Figura 10 - Distribuições com mesma média e desvios diferentes



Fonte: Costa, 2003

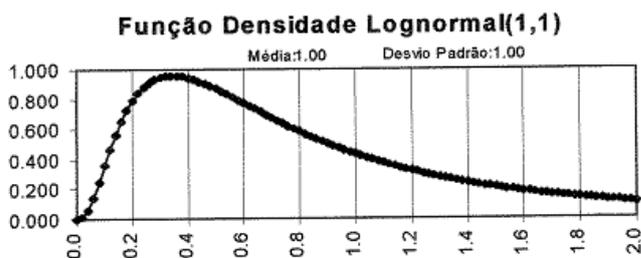
4.3.2. Medidas de distribuição probabilística

A função de probabilidade que associa as probabilidades aos valores da variável produz uma distribuição probabilística, que descreve as chances que uma variável tem de assumir valores dentro de um intervalo. Algumas distribuições utilizadas são a normal, lognormal e a triangular.

A distribuição normal (ou distribuição de Gauss ou Gaussiana) é a mais comum utilizada nas distribuições probabilísticas porque possuem propriedades que permitem serem usadas para aproximar outros tipos de distribuição em amostras com grande número de observação. Tais propriedades advêm do Teorema Central do Limite - TCL, que expressa que a soma de variáveis aleatórias independentes e com mesma distribuição de probabilidade tendem à distribuição normal.

A distribuição lognormal é uma distribuição de probabilidade contínua. Segundo Nepomuceno (1997), as distribuições que são utilizadas para apresentação de dados geológicos tem em geral a forma lognormal ou pseudolognormal. Tais dados podem ser, por exemplo, o tamanho de um campo de óleo numa bacia. Na Figura 11, podem-se observar exemplos de uma distribuição lognormal.

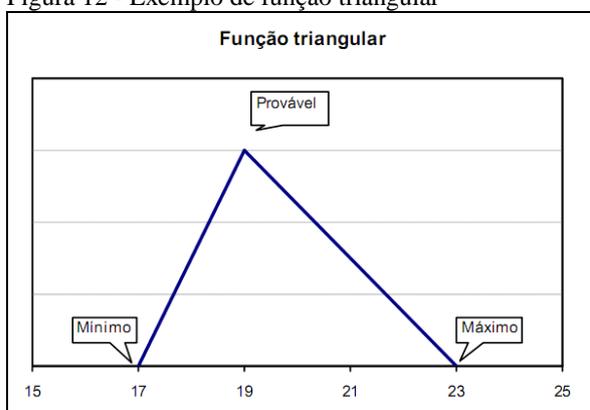
Figura 11- Exemplo de função lognormal



Fonte: Nepomuceno, 1997.

A distribuição triangular é uma distribuição de probabilidade contínua de uma variável aleatória. O triângulo pode ser simétrico ou então deslocado em qualquer um dos seus lados. A distribuição triangular é uma simplificação quando se desconhece a distribuição de uma variável randômica, onde são conhecidos os seus valores mínimo, provável e máximo. O valor provável da variável randômica pode estar localizado em qualquer lugar do intervalo considerado. A Figura 12 apresenta um exemplo de uma distribuição triangular.

Figura 12 - Exemplo de função triangular



Fonte: Costa, 2003

A desvantagem do uso da função triangular é que elas são representações deficientes de dados altamente assimétricos de uma distribuição de probabilidade de uma variável randômica.

4.3.3. Medidas geológicas de risco

A probabilidade sucesso de um projeto de E&P depende das probabilidades de sucesso geológico e da probabilidade de sucesso econômico de uma determinada descoberta. A probabilidade de sucesso geológico pode ser definida como a probabilidade de descobrir uma acumulação de hidrocarboneto atrativa que justifique os esforços em continuar com as atividades de exploração para em seguida avaliar o seu potencial técnico-econômico. Já a probabilidade de sucesso econômico pode ser definida como a probabilidade de determinada descoberta ser economicamente viável segundo premissas geológicas, econômicas e operacionais.

Neste trabalho será considerado que a probabilidade de sucesso geológico será igual à probabilidade de sucesso econômico, uma vez que é assumido que tais taxas tendem a ser iguais.

4.4. Análise de projetos de risco

Existem diversas técnicas que envolvem modelos matemáticos sofisticados e teóricos para análise de incertezas nos projetos, cuja aplicação prática requer simplificações. Tais simplificações podem não atender o objetivo inicial da análise que é o fornecimento de informações suficientes para a tomada de decisão. Entretanto, algumas técnicas têm boa aplicação prática para análise de incertezas, dentre elas destacam-se as que serão abordadas nesse trabalho: a análise de sensibilidade e a simulação de risco.

4.4.1. Análise de sensibilidade

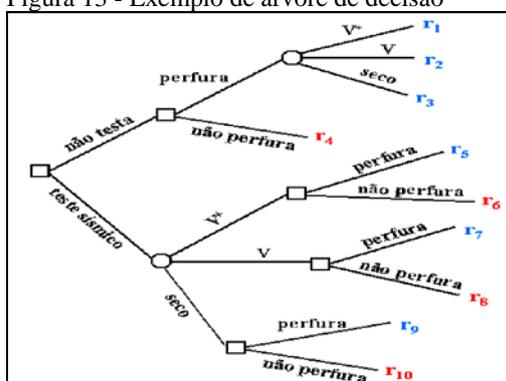
Dentre todas as técnicas disponíveis para a análise de risco e incerteza de projetos de investimento, a mais utilizada é a Análise de Sensibilidade. A técnica é baseada em variações nos valores dos parâmetros de entrada, verificar seus efeitos na rentabilidade do empreendimento. Então, quando uma pequena variação no valor de uma variável, resulta em mudança na tomada de decisão em um empreendimento, a decisão é sensível àquela variável. Essa variável pode ser qualquer um dos componentes do projeto, tais como: taxa de desconto, preço de venda, vida do projeto, valor do investimento, custos operacionais, *etc.*

A variação de valores para todas as variáveis de um projeto proporciona uma infinidade de combinações. Assim escolhem-se algumas variáveis, que são consideradas mais importantes e se analisa a rentabilidade do projeto, mudando uma de cada vez.

4.4.2. Árvore de decisão

Uma das ferramentas utilizadas para a tomada de decisão é a utilização de árvores de decisão. As árvores de decisão são modelos matemáticos e representações gráficas das possíveis alternativas mapeadas. É uma maneira simplificada de visualizar os resultados futuros das decisões tomadas num determinado momento, conforme é apresentada na Figura 13.

Figura 13 - Exemplo de árvore de decisão



Fonte: Dias, 2005

A simbologia da árvore de decisão pode variar, de acordo com a preferência do autor da análise. Neste trabalho o significado de cada símbolo é descrito pela Figura 14.

Figura 14 - Significado da simbologia utilizada em árvore de decisão

Símbolo	Denominação	Significado
	Nós quadrados (nós de decisão)	Representa uma decisão sobre as diversas alternativas possíveis.
	Nós circulares (ou eventos)	Representam eventos incertos, que podem ocorrer ou não. Esses eventos são independentes da tomada de decisão.
	Folhas	Representam os resultados de cada caminho de uma decisão.

Fonte: Própria

4.4.3. Simulação de Monte Carlo

No processo de análise de sensibilidade procura-se realizar várias rodadas de simulação dos valores das variáveis aleatórias. Depois se avaliam nos cenários gerados, as possíveis tendências. O procedimento de geração dessas variáveis é chamado de Simulação de Monte Carlo - SMC. Essa técnica consiste no uso das funções de probabilidade ou das funções de densidade de probabilidades, para solucionar problemas que envolvem riscos.

A simulação de risco é uma técnica que visa realizar um modelo que retrate a realidade, dentro de proporções e complexidades manuseáveis. Essa previsão da realidade é resultado de diferentes combinações que por sua vez resulta em diferentes distribuições probabilísticas.

4.5. Riscos inerentes na atividade exploratória

Os riscos a respeito da rentabilidade de um projeto de E&P estão associados a diversos fatores, que podem estar relacionadas a fontes endógenas e exógenas de risco. As fontes endógenas referem-se a fatores internos, nos quais companhias têm maior controle. Essas fontes estão associadas com premissas internas que podem ser estimadas com razoável grau de plausibilidade, como por exemplo, o montante dos investimentos previstos, o custo operacional, o *overhead*, *etc.* Já as fontes exógenas referem-se a fatores externos, nos quais as companhias têm menor controle. Essas fontes estão associadas com estimativas externas, cujas estimativas podem a se confirmar ou não, como por exemplo, as mudanças no cenário econômico mundial, que indiretamente interfere no preço do óleo, no custo de oportunidade, *etc.*

As análises de viabilidade em projetos de riscos baseiam-se em projeções de desempenho futuro das variáveis (endógenas e exógenas) que podem se revelar inexatas. Elas são elaboradas com determinadas suposições limitadas e simplificadas. Segundo Nepomuceno e Suslick (2000), existem alguns riscos principais num projeto de E&P que são: o econômico, o geológico, o tecnológico e o regulatório.

4.5.1. Riscos econômicos

Os riscos econômicos estão associados às expectativas futuras do preço do petróleo, aos custos operacionais e à avaliação do volume de petróleo a ser produzido. Um risco, por exemplo, seria uma redução considerável ou prolongada dos preços do petróleo poderia impactar a viabilidade do projeto.

4.5.2. Riscos geológicos

Os riscos geológicos estão associados à interpretação dos modelos geológicos e dos dados geofísicos. A interpretação permite estimar com maior ou menor eficiência a presença de fatores que condicionem a ocorrência de acumulações de petróleo, ponderando-os quanto aos seus respectivos graus de incerteza.

As estimativas de recursos potenciais envolvem um elevado grau de complexidade e imprecisão. Os dados geológicos e de engenharia utilizados para estimar tais recursos envolvem graus de incertezas sobre as quantidades, os preços e capacidade de produção prevista. Um risco intrínseco à atividade exploratória é a possibilidade de que nenhum poço seja considerado viável. Caso as estimativas não se confirmem, podem gerar impactos negativos sobre a rentabilidade do projeto.

As tomadas de decisão para explorar, desenvolver, produzir, vender, estão associadas às análises de dados geofísicos e geológicas cujas conclusões são passíveis de interpretações variadas, logo existe um risco de interpretação das mesmas.

4.5.3. Riscos tecnológicos

As atividades de E&P são dependentes da existência de infraestrutura que permite aproveitar as descobertas. As descobertas localizadas em locais de difícil acesso, por exemplo, águas profundas, aumentam os riscos e desafios técnicos. Um dos desafios tecnológicos é o risco de que a perfuração não acarrete numa produção de petróleo economicamente viável. Dentre esses fatores de riscos tecnológicos,

muitos deles não podem ser previstos com exatidão, mas que poderão resultar em um retorno inadequado ao capital de risco investido. Dentre eles destacam-se:

- A disponibilidade de equipamentos;
- O alto do custo dos equipamentos;
- Restrições à capacidade de transporte (oleodutos e gasodutos).

4.5.4. Riscos regulatórios

As concessionárias não têm a posse de quaisquer áreas petrolíferas no Brasil. Nos termos da legislação brasileira, o Governo é o proprietário de todas as reservas de petróleo e gás natural no Brasil. As concessionárias têm somente a propriedade sobre o petróleo que produzir e exclusividade na exploração das áreas adquiridas. Entretanto, se a legislação brasileira mudar, conseqüentemente muda a rentabilidade do projeto, pois tal modificação no desenvolvimento do projeto pode ir de encontro às premissas iniciais assumidas, quando do cálculo da sua viabilidade.

A concessão é autorizada por determinado período, que poderá ser renovado (ou prolongado), caso tenham sido cumpridas as obrigações estabelecidas no contrato de concessão. Entretanto a renovação ou prolongamento da concessão está sujeita ao julgamento da ANP. Os contratos de concessão estabelecem o término antecipado nos seguintes casos: (i) de desapropriação pelo governo por motivo de interesse público; (ii) não-cumprimento das concessionárias das obrigações estabelecidas nos contratos de concessão. No caso do não cumprimento do prazo, o grau de exposição a esse risco em potencial poderá acarretar um efeito adverso e relevante na rentabilidade do projeto.

As empresas de E&P para exercerem suas atividades exploratórias, precisam do processo de leilão público regulado pela ANP. Entretanto os leilões estão sujeitos ao risco de interrupção. A Oitava Rodada de Licitação é um exemplo disso. Nela foram suspensos os blocos para exploração disponibilizados, devido às ações judiciais, que questionaram as regras de licitação. Além disso, existe também o risco de que a ANP não realize novas rodadas de licitação, o que provocaria um impedimento na expansão da aquisição de direitos sobre blocos para exploração.

As atividades de E&P estão sujeitas às rigorosas regulamentações ambientais e de saúde, que poderão se tornar ainda mais rígidas no futuro e que podem resultar em potenciais riscos com aumento de gastos com indenização e penalidades por danos ambientais. As responsabilidades ambientais implicam em casos de acidente, em custos para sanear a poluição ambiental e recuperação ambiental. Tais custos reduziriam a disponibilidade de fundos, que poderiam estar comprometidos com outros projetos.

4.6. Tomada de decisão

Todas as decisões de E&P são tomadas sob condições de incerteza. Para um mesmo objetivo existirão pelo menos duas alternativas e uma infinidade de resultados possíveis. O processo de tomada de decisão em E&P pode ter a sequência de etapas seguintes:

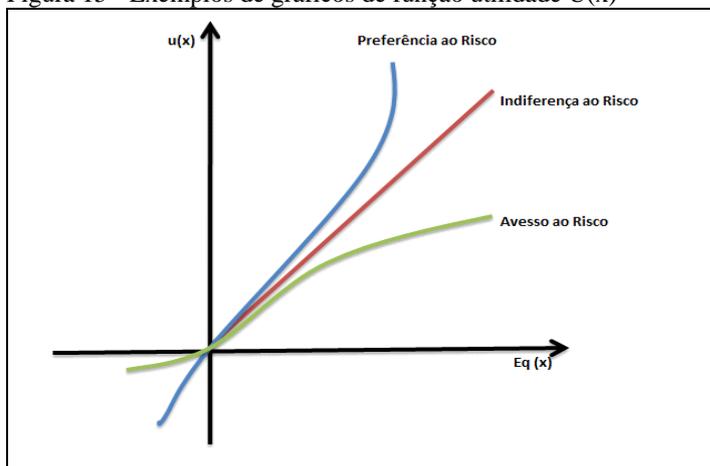
- Definir dentre os resultados possíveis, quais aqueles que têm mais possibilidade geológica de ocorrer;
- Avaliar os gastos e os ganhos para cada um dos resultados definidos no caso de sucesso e insucesso exploratório;
- Estimar a probabilidade de rentabilidade do projeto com a adoção de alguns indicadores de decisão tradicional, como o VPL por exemplo;
- Apurar o Equivalente Certo e a Função Utilidade da decisão escolhida.

4.6.1. Teoria da preferência

Os métodos tradicionais de análise de projetos (VPL, TIR, TMA etc) contêm diversas limitações e desvantagens, conforme já expostos nos itens anteriores. Nesse sentido, Walls (1994) sugere a utilização da Teoria da Preferência, onde cada VME é associado a uma variável abstrata, chamada utilidade. Em seguida é definida uma função utilidade $U(x)$, que deve representar a atitude do tomador de decisão frente ao risco.

A Figura 15 demonstra as diferentes preferências ao risco nos projetos por meio de funções utilidades $U(x)$.

Figura 15 - Exemplos de gráficos de função utilidade $U(x)$



Fonte: Própria

4.6.2. Equivalente certo

O perfil de tolerância ao risco das companhias de E&P varia de companhia para companhia. Para medir o grau dessa relação é adotado um valor de referência para os investimentos incertos que são denominados de equivalente certo - EqC.

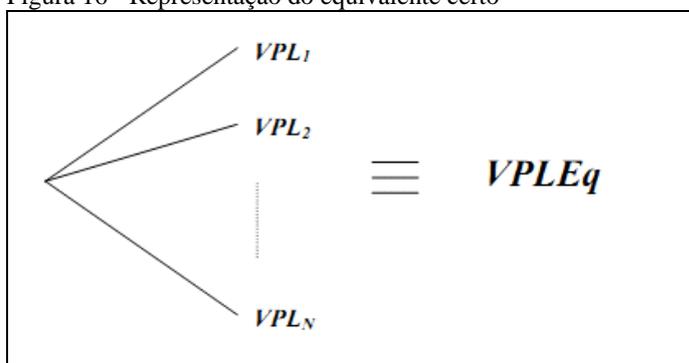
Em uma modelagem financeira de um projeto de E&P existem incertezas que levarão a diversos valores de VPLs para um mesmo projeto. Essa distribuição de VPLs encontrada pelas simulações no modelo, devem ser avaliadas de acordo com as preferências do tomador de decisão do investimento. De acordo com Lima (2002), método semelhante já foi utilizado para a avaliação de uma produtora de petróleo, para a determinação de um plano de abandono. A solução encontrada incorporava incertezas tanto no preço quanto na produção de petróleo. A incerteza na produção foi analisada por meio das preferências do investidor, calculando-se o equivalente certo. Outro caso mencionado é uma avaliação do valor de oferta de uma concessão de exploração de petróleo, na qual foi realizada uma simulação utilizando diversas taxas potenciais de produção de hidrocarbonetos. A distribuição de VPLs foi o resultado de simulações que foram analisadas conforme as preferências dos participantes do leilão da concessão de exploração.

Na análise do projeto foi considerado que uma distribuição de frequências de VPLs pode ser substituído por um equivalente certo (VPL_{EqC}), conforme a Eq. [2]

$$U(VPL_{EqC}) = E [U (VPL_i)]$$

A utilidade do equivalente certo U (EqC) é igual ao valor esperado da utilidade dos VPLs da distribuição. A Figura 16 representa o conceito dado.

Figura 16 - Representação do equivalente certo



Fonte: Lima (2002)

O grau de aversão ao risco está relacionado com o EqC. Assim, EqC menores que o valor médio esperado do negócio indicam aversão ao risco. Enquanto que EqC maiores que o valor esperado, indicam preferência ao risco.

4.7. Opção de abandono

Uma das principais premissas do método do fluxo de caixa descontado é que existem somente duas possibilidades, ou o projeto será executado imediatamente ou então será rejeitado. Entretanto, muitos projetos possuem flexibilidades que permitem a mudança de rumo dos projetos ao longo da sua duração. A necessidade dessas flexibilidades acontece devido ao fato que, ao longo do desenvolvimento do projeto, novas informações, não consideradas nas premissas anteriores, tornam-se disponíveis. Nesse contexto, as modificações possíveis representam opções sobre ativos reais que são definidos pela Teoria das Opções Reais - TOR.

Conforme a TOR, o critério tradicional de decisão do método do fluxo de caixa descontado, deve ser acrescido do valor dessa flexibilidade. Por exemplo, caso o projeto já estiver em andamento, poderá ser exercida a opção de abandonar o projeto. Assim a regra de decisão deve incorporar o valor dessa opção é dada pela Eq. [3].

$$VP \text{ entradas} + \text{Valor da Opção} > VP \text{ custos de investimento} VP$$

Após a decisão de investimento e o ganho da concessão, o projeto de E&P passa a ser regido por regras, que determinam quais as opções disponíveis e quando poderão ser exercidas essas opções. Algumas das opções possíveis e como elas se relacionam no ambiente regulatório brasileiro são as opções de adiamento, de expansão e de abandono. Entretanto, conforme explicado a seguir, somente a expansão de abandono deve ser considerada.

Uma empresa de petróleo, dona de uma concessão de determinado bloco, pode querer esperar que novas informações se tornem disponíveis antes de decidir a em investir ou continuar investindo. Contudo, no ambiente regulatório brasileiro, após a assinatura do contrato de concessão, a companhia passa a ter compromissos com prazos bem definidos e com prestação de contas das atividades desenvolvidas com o projeto para a ANP. Na prática, qualquer adiamento é burocraticamente complexo e deve ser solicitado e justificado para a referida Agência, que poderá fornecê-la ou não. O aceite do adiamento está sujeito à discricionariedade da ANP. Por essa razão, na fase exploratória, a opção de adiar não deve ser considerada numa modelagem de decisão. Quanto à fase de produção, dificilmente os patrocinadores do projeto aceitarão um adiamento da recuperação de todos os investimentos feitos. Além disso, quando a decisão de desenvolver o projeto é tomada, já há uma previsibilidade razoável do programa de produção.

Uma empresa de petróleo, dona de uma concessão de determinado bloco, pode querer expandir ou reduzir a sua produção em determinada área. Assim, a opção de expansão é exercida conforme a produção demonstre indícios para tal. Todavia, antes da fase de produção, as incertezas das atividades de E&P são muito maiores, e não se considera essa opção. Na prática, a opção de expansão é vista como outro projeto que aconteça durante a fase de produção.

Uma empresa de petróleo, dona de uma concessão de determinado bloco, pode querer abandonar a concessão quando esse não apresentar indícios de viabilidade comercial. Na prática, a opção de abandono da concessão pode acontecer ao final de cada período da fase exploratória, ou no encerramento do projeto na fase de produção. Na fase exploratória, caso abandone o projeto, antes do final de cada período, a ANP segundo determinados critérios, poderá executar o seguro-garantia contratado pelo concessionário. Lembrando que em geral, tal seguro está associado a um depósito caução, cujo valor total teoricamente cubra os investimentos compromissados e não realizados. Isso significa que de uma forma ou de outra, o projeto absorve uma série de fluxos de caixa negativos até o fim do período. E na fase de produção, a opção de abandono é exercida, quando devido a condições técnicas e econômicas, sendo o projeto não mais viável.