

## ANÁLISE DE SENSIBILIDADE E ANÁLISE DE RISCO UTILIZANDO ÁRVORE DE DERIVAÇÃO

JÉSSICA HAYLLA G. E B. TEIXEIRA<sup>1</sup>  
VALMIR FRANCISCO RISSO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [jessicahaylla@hotmail.com](mailto:jessicahaylla@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [vfrisso@gmail.com](mailto:vfrisso@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Os investimentos na indústria petrolífera são de médio a longo prazo, baseados em opções reais (flexibilidades gerenciais ou operacionais), com alto grau de irreversibilidade e sujeitos a incertezas.

De acordo com SIMONSEN (1994), as incertezas lidam com variáveis aleatórias cujas distribuições de probabilidade são desconhecidas, e podem ser de caráter técnico ou econômico no desenvolvimento de projetos em campos de petróleo. As incertezas técnicas (geológicas) são relativas às condições do reservatório, enquanto incertezas de caráter econômico estão, correlacionadas aos movimentos gerais da economia.

Nesse âmbito, as principais incertezas dizem respeito à curva de produção, aos investimentos, aos custos operacionais, ao atraso no cronograma de implantação do projeto e aos preços dos insumos (óleo e gás). Dessa forma, o método tradicional de fluxo de caixa descontado se mostra ineficiente, para tratar de incertezas e de flexibilidades e, frequentemente, leva a decisões equivocadas. Faz-se necessário, portanto, realizar análises que possam identificar e quantificar os riscos inerentes ao projeto, mitigando-os na medida do possível. Deve-se então quantificar o impacto dessas incertezas nas decisões a serem tomadas e avaliar o risco envolvido nos projetos sob pena de serem gerados resultados econômicos indesejáveis para a empresa.

Vários são os métodos adotados para a consideração dos riscos aos quais os projetos estão sujeitos: análise de sensibilidade, e de cenários, que no presente projeto será realizada através do método Árvore de Derivação. A análise de sensibilidade consiste em alterar o valor de cada uma das variáveis individualmente permitindo avaliar o impacto desta alteração no fluxo de caixa do projeto, identificando as variáveis que mais influenciam no seu resultado econômico. A análise de cenários permite corrigir um dos erros da análise de sensibilidade que é considerar as interdependências entre as variáveis do projeto.

### 2. METODOLOGIA

O presente trabalho se baseou em dados do campo Golfinho, situado no Espírito Santo, qualificado como produtor de gás. Neste contexto, foram medidas as incertezas dos atributos variáveis contidos numa planilha do Excel, tais como: tempo de projeto, preço da venda do óleo e do gás e seus respectivos fatores de qualidade, taxas de impostos a serem pagas, custos operacionais, entre outros, observando o impacto dos mesmos nos cálculos de receitas e despesas que resultam no Valor Presente Líquido (VPL).

A Análise de Sensibilidade é realizada a fim de descobrir quais são os 4 atributos que mais afetam o VPL, dentre 10 atributos possíveis (preço do óleo,

preço do gás, IR/CSLL, PIS/COFINS, royalties, taxa de desconto anual, sísmica, plataforma, equipamentos de produção e custos de perfuração e completação).

Dessa maneira, são gerados multiplicadores através de curvas de distribuição de probabilidade, que podem ser dos tipos: normal, triangular ou uniforme. A partir do tipo de distribuição e de valores de incertezas e percentis pré-determinados para cada atributo, foram fornecidos pontos médios que correspondem aos multiplicadores de cada um dos dez atributos, para 3 cenários: pessimista, provável e otimista.

Cada multiplicador é aplicado a cada atributo na planilha do VPL, e posteriormente, se analisa qual foi a variação do VPL para os cenários pessimistas e otimistas, tendo como referência o cenário provável.

A amplitude e a variação dos valores de VPL são transformadas em percentuais otimistas e pessimistas, medindo, assim, a diferença percentual entre eles, ilustrando os atributos que mais influenciam no cálculo do VPL.

Feita esta análise, é plotado um gráfico tornado com os cenários otimistas e pessimistas de cada propriedade para ilustrar a identificação dos parâmetros que mais causam impacto na viabilidade econômica do projeto.

Depois de encontrar as variáveis críticas é aplicado o método da árvore de derivação para a confecção da curva de risco. Para isso são realizados sorteios referentes ao método. Primeiramente, são realizados 9 sorteios para 2 atributos e depois são realizadas as 9 simulações, alterando assim os 2 atributos simultaneamente. Em uma segunda etapa, são realizados 27 sorteios para 3 atributos e são realizadas 27 simulações alterando os 3 atributos simultaneamente. A terceira e última etapa é realizar 81 sorteios para os 4 atributos críticos que serão alterados simultaneamente na planilha do VPL.

Os 81 novos valores de VPL serão relacionados aos valores de probabilidade acumulada, gerando uma curva de risco, sendo necessário classificar o VPL em ordem decrescente. Através desta curva é possível conhecer os valores prováveis e probabilidades de cada cenário (otimista, pessimista e provável) das variáveis econômicas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de VPL para cada um dos 10 atributos incertos nos 3 cenários possíveis são calculados e posteriormente dispostos na tabela 1.

Tabela 1: Valores de VPL para cenários prováveis, pessimistas e otimistas, em milhões de dólares.

	PESSIMISTA	PROVÁVEL	OTIMISTA
PREÇO DO ÓLEO	736.86715	737.57940	738.29165
PREÇO DO GÁS	593.72519	737.57940	881.43360
IR/CSLL	695.38661	737.57940	779.77218
PIS/COFINS	726.27513	737.57940	748.88367
ROYALTIES	726.28735	737.57940	747.84490
TAXA DE DESCONTO ANUAL	630.23370	737.57940	869.25086
SÍSMICA	737.48959	737.57940	737.66920
CUSTO DA PLATAFORMA	737.24214	737.57940	737.91665
EQUIPAMENTOS DE PRODUÇÃO	737.54077	737.57940	737.62189
CUSTO DE PERFURAÇÃO E COMPLETAÇÃO	737.41686	737.57940	737.74193

A diferença entre os percentuais otimistas e pessimistas são demonstrados na tabela 2:

Tabela 2: Diferenças percentuais entre cenários pessimistas e otimistas.

Atributo	Pessimista	Otimista	Diferença
PREÇO DO GÁS	-19,50%	19,50%	39,01%
TAXA DE DESCONTO ANUAL	-14,55%	17,85%	32,41%
IR/CSLL	-5,72%	5,72%	11,44%
PIS/COFINS	-1,53%	1,53%	3,07%
ROYALTIES	-1,53%	1,39%	2,92%
PREÇO DO ÓLEO	-0,10%	0,10%	0,19%
CUSTO DA PLATAFORMA	-0,05%	0,05%	0,09%
CUSTO DE PERFURAÇÃO E COMPLETAÇÃO	-0,02%	0,02%	0,04%
SÍSMICA	-0,01%	0,01%	0,02%
EQUIPAMENTOS DE PRODUÇÃO	-0,01%	0,01%	0,01%

Sendo possível, a partir da tabela, a plotagem do gráfico Tornado, apresentado na Figura 1.

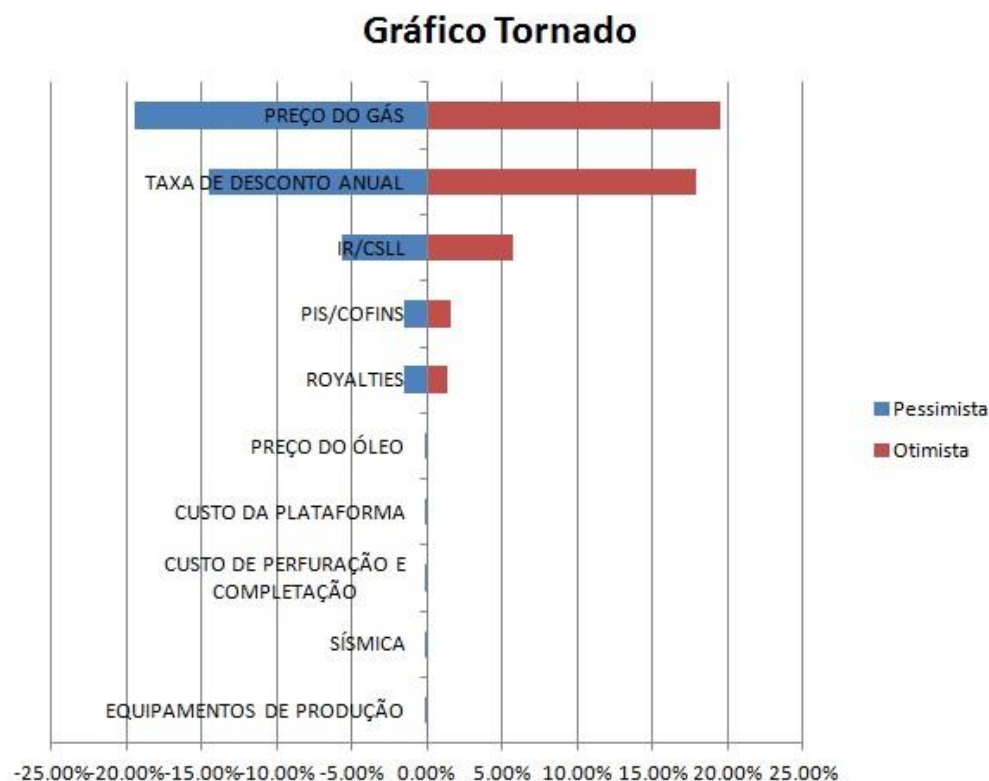


Figura 1: Gráfico Tornado.

O término desta etapa do projeto permite a visualização das probabilidades de um cenário otimista ou pessimista. Analisando a figura 2, percebe-se que os dados econômicos fornecidos para este projeto foram muito otimistas. Ao analisar a curva de risco constata-se que mesmo na condição mais pessimista o VPL

ainda é positivo, ou seja, independente do cenário econômico em que o mercado se encontra o investimento ainda é viável, pois o menor valor de VPL encontrado foi de 470,36 milhões de dólares.

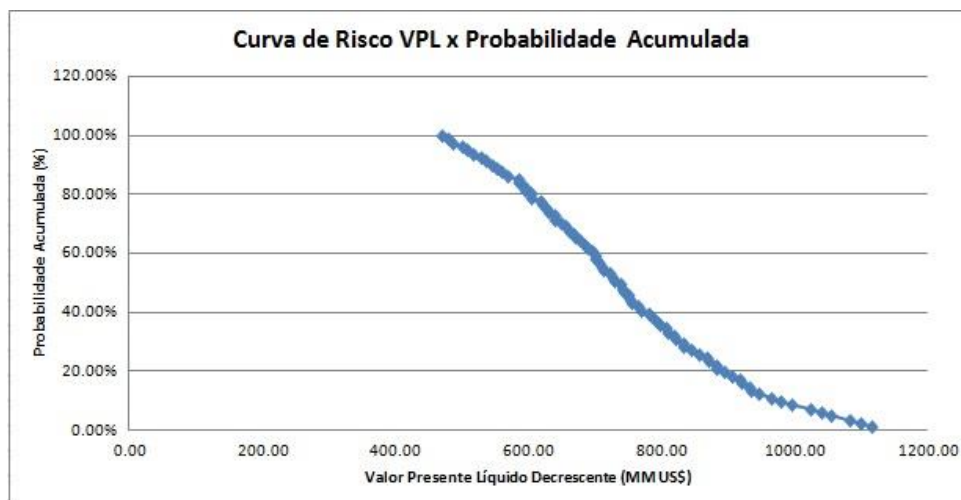


Figura 2: Gráfico Curva de Risco versus Probabilidade Acumulada.

#### 4. CONCLUSÕES

A Análise de Sensibilidade e a Análise de Risco enriquecem um projeto de exploração e produção de hidrocarbonetos, através da análise detalhada de seus atributos, sendo possível apontar aqueles que mais influenciam no Valor Presente Líquido.

Tal desfecho é capaz de avaliar a viabilidade econômica dos investimentos em diferentes cenários, partindo do pressuposto que tais números devem ser manipulados com cautela afim de evitar danos e prejuízos à empresa atuante.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SOUZA, R. **Um modelo de análise de decisão para investimento em projetos de exploração e produção de petróleo no Brasil**. 2011. 116f. Dissertação de Mestrado (Mestre em Administração de Empresas) – Programa de Pós graduação em Administração de Empresas, PUC-Rio.

DAVIDSON, L.B., COOPER, D.O.; A Simple Way of Developing a Probability Distribution of Present Value. **Journal of petroleum technology**. September 1976. SPE 5580.

SIMONSEN, M. H. **Ensaio analíticos**. Rio de Janeiro: FGV, 1994. 426 p.

RECEITA FEDERAL DO BRASIL, **Orientação Tributária**, Declarações e demonstrativos Acessado em: 20 jul. 2017. Disponível em: <http://idg.receita.fazenda.gov.br/>