

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



TÍTULO DO TRABALHO:

Estudo de Indicadores de Risco para Seleção e Otimização de Carteiras de Prospectos Petrolíferos

AUTORES:

Felipe Luiz Papaiz Gonçalves; Professor Dr. Saul B. Suslick

INSTITUIÇÃO:

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Estudo de Indicadores de Risco para Seleção e Otimização de Carteiras de Prospectos Petrolíferos

Abstract

The projects in oil exploration are associated to high levels of risk. Despite the technologic advances and the exploration techniques in the last decades, it continues many levels of uncertainty, geologic uncertainty and financial risks that represent determinant aspects of the decision process in the present context of oil industry. To this, it's necessary to develop specific studies with the finality of minimize the potential risks and maximize the financial return of investments. One of the more spread approach to the risk analysis is the Utility Theory that describes the behavior of an individual in relation with the capital exposed to the risk, comprising player strategies in relation to the adversary. One of the fundamental concepts to the application of the preference theory is the Right Equivalent that consists in the value that the person is disposed to receive to give up of the project. Cozzolino redefined Right Equivalent like "Risk Adjusted Value – RAV", used in the moment of incorporate the risk to the valuation of the project, the value of the project would be function of the possibility of financial loss, represented by Risk Aversion of the company and the characteristics of the project. This work presents a comparison of different models of aversion using functions of exponential and hyperbolic utility with the objective of help the choice of a set of projects of oil exploration. To this, this project of research enabled an analysis of the performance of this indicators, considering the levels of financial participation in a prospect (project), the tolerance to the risk and the estimated value of the prospect in the portfolios of oil exploration.

Introdução

Os projetos em exploração de petróleo são associados a altos níveis de risco. Apesar dos avanços tecnológicos e das técnicas exploratórias nas últimas décadas, persistem diversos níveis de incertezas, tanto incertezas geológicas como aos riscos financeiros que representam ainda aspectos determinantes do processo decisório no contexto atual da indústria petrolífera. Para tanto, torna-se necessário desenvolver estudos específicos com a finalidade de minimizar os riscos potenciais e maximizar o retorno financeiro dos investimentos realizados nas atividades exploratórias.

Uma das abordagens utilizadas para análise de risco é a Teoria da Utilidade que descreve quantitativamente o comportamento e atitude de um indivíduo com relação ao capital exposto ao risco, englobando estratégias do jogador em relação ao adversário.

Segundo MacKay (1996), as empresas reconhecem o potencial de análise de decisão baseada na Teoria da Utilidade para calcular o nível ótimo de participação nos projetos e conseqüente otimização do *portfólio* da empresa, mas a implantação do processo é difícil pela dificuldade na avaliação correta da tolerância ou aversão ao risco da empresa.

Um dos conceitos fundamentais para aplicação da teoria de preferência é o do equivalente certo que consiste no valor que o decisor está disposto a receber para desistir do projeto.

Cozzolino (1977) redefiniu Equivalente Certo como “Valor Ajustado ao Risco” (*Risk Adjusted Value* - RAV), sendo utilizada no momento de incorporar o risco à avaliação do projeto, ou seja, o valor do projeto seria função também da possibilidade de perda financeira, representada pela Aversão ao Risco da empresa e pelas características do projeto.

Este trabalho visa apresentar uma comparação de diferentes modelos de aversão utilizando funções de utilidade exponencial (fórmula de Cozzolino, 1980) e hiperbólica com objetivo de auxiliar a escolha de um conjunto de projetos de exploração de petróleo.

Cozzolino (1980) desenvolveu uma função que expressa o valor ajustado ao risco (RAV) baseando-se na teoria de utilidade, a partir da análise de árvores de decisão, utilizada por grande parte das corporações. Já o risco de aversão hiperbólico não é utilizado por todas as corporações. Esse modelo faz uma ligação entre a fórmula desenvolvida por Cozzolino com a tangente hiperbólica definida pelos dados do projeto.

Para estimar os diferentes níveis de aversão ao risco e seus impactos na seleção dos projetos nos portfólios foram utilizados dados de prospectos similares aos existentes das Bacias de Campos que apresentam diferentes condições de riscos e retornos. Um dos grandes desafios na montagem dos portfólios de exploração envolve a escolha adequada de projetos que devem participar e que serão objeto de futuros trabalhos exploratórios. Apesar dos preços elevados de petróleo, os projetos possuem níveis de riscos e incertezas distintos, prazos de compromissos de trabalhos de exploração e diferentes características que disputam os orçamentos das equipes de exploração.

O principal objetivo desse projeto de pesquisa é a elaboração de um estudo comparativo a respeito das diferentes teorias da utilidade existentes, visando dessa maneira a diminuição das incertezas existentes sobre determinado projeto de modo que seja elaborada uma escolha correta e coerente dos indicadores de risco na montagem das carteiras de prospectos petrolíferos, levando-se em consideração sobretudo os riscos geológicos vinculados a tal projeto.

Metodologia

O projeto foi dividido em quatro etapas principais:

Etapa 1 - Pesquisa Bibliográfica

Etapa 2 - Teste com prospectos sintéticos

Etapa 3 Modelagem do Coeficiente de Aversão ao Risco

Etapa 4 Estimativas dos Equivalentes Certos

Assim sendo, no primeiro item temos a Pesquisa Bibliográfica onde é realizada uma análise da literatura com o objetivo de se adquirir um maior conhecimento sobre os assuntos que serão abordados ao longo do projeto, dessa forma dando uma base maior ao aluno no que diz respeito principalmente aos conceitos básicos da disciplina que o mesmo deve ter para o desenvolvimento do projeto de pesquisa.

Como segunda etapa da pesquisa temos a realização de Testes com prospectos sintéticos, visando o entendimento desse assunto de uma forma mais específica e abrangente bem como também com o intuito de o aluno se familiarizar com os softwares que serão realizados para tal pesquisa.

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

Em seguida vem a etapa de Modelagem do Coeficiente de Aversão ao Risco, onde serão realizados levantamentos técnicos para saber o risco real de determinada ação no ramo petrolífero, ou seja, será realizado um estudo em relação aos prováveis riscos geológicos que possam ocorrer. Essa modelagem visa viabilizar uma determinada ação, minimizando grandes riscos.

Como última etapa, serão realizadas estimativas dos Equivalentes Certos.

Seguindo o cronograma de atividades desenvolvido para o dado projeto, os primeiros oito meses de pesquisa foram voltados para a análise da literatura. Essa etapa foi concluída com sucesso, tendo sido analisados diferentes trabalhos sobre a dada temática desenvolvida na pesquisa.

O aluno se encontra na Etapa 2 que consiste na análise de prospectos sintéticos. Esses prospectos foram adquiridos junto ao LAGE (Laboratório de Análises Geoeconômicas) com base em projetos existentes das Bacias de Campos e de Santos.

Para tanto foi definida uma carteira de prospectos contendo onze diferentes projetos que a partir daí puderam ser testados e analisados. Foi elaborada a escolha da melhor função utilidade para a análise mais completa e detalhada dos prospectos. A função escolhida para análise foi a função exponencial.

Foram realizadas estimativas dos equivalentes Certos de cada projeto e também a modelagem do coeficiente de aversão ao risco a fim de se obter o nível ótimo de participação e seleção de prospectos.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos da pesquisa possibilitaram a familiarização com a técnica da utilidade na quantificação dos riscos envolvidos na exploração de petróleo. Além disso, a bibliografia consultada possibilitou o avanço do conhecimento em diversos tipos de modelos de utilidade para o uso em projetos de exploração de petróleo. Foram conduzidos alguns testes e análises iniciais para carteira de prospectos. Segundo o cronograma de atividades proposto no início do projeto estamos na segunda etapa das atividades que consiste na análise de prospectos sintéticos a partir de testes realizados com os mesmos.

Dessa forma, podemos concluir que os processos relacionados à exploração de petróleo sempre estão associados a grandes riscos e que, apesar dos grandes avanços tecnológicos que vem ocorrendo nas últimas décadas, esses níveis de incertezas, tanto geológicas como também os riscos financeiros ainda persistem, sendo necessário um estudo bastante minucioso e cada vez mais específico para minimizar tais incertezas e riscos com perdas de capital a ser investido. A seguir serão mostrados alguns dos resultados já obtidos a partir dos testes realizados com a carteira de prospectos sintéticos existente.

Foi sugerida a seguinte tabela (tabela 1) contendo 11 projetos de exploração com probabilidades de sucesso, valor do prospecto e o custo da exploração expresso em termos de capital de risco (risk capital) a serem testados e analisados:

Tabela 1 – Carteira de Portfólio Exploratório com 11 projetos associados

Portfólio Exploratório						
Number (Nº)	Bloco Prospecto	Share (Participação %)	Prob. de Sucesso (Ps)	(NPV) VPL@10% (mmUS\$)	Risk Capital (mmUS\$)	Prob. de Fracasso (Pf)
1	Proj1	25.0%	20.0%	51.11	-3.68	80.0%
2	Proj2	33.3%	25.0%	47.93	-5.72	75.0%
3	Proj3	33.3%	20.0%	43.99	-6.78	80.0%
4	Proj4	33.3%	50.0%	39.73	-2.17	50.0%
5	Proj5	100.0%	25.0%	34.34	-6.70	75.0%
6	Proj6	12.5%	50.0%	33.82	-2.80	50.0%
7	Proj7	50.0%	25.0%	31.54	-1.95	75.0%
8	Proj8	50.0%	20.0%	28.08	-5.50	80.0%
9	Proj9	50.0%	33.3%	25.51	-7.32	66.7%
10	Proj10	40.0%	20.0%	21.14	-2.15	80.0%
11	Proj11	50.0%	20.0%	20.92	-2.44	80.0%

A partir dos dados obtidos é calculado o VME (Valor Monetário Esperado) e o risco advindo de cada portfólio. O VME pode ser calculado a partir da fórmula $VME = p \times VPL_1 + (1 - p) \times VPL_2$ e o

$$\ln[-p * VPL_1 - VPL_2]$$

erro a partir da fórmula $c = \frac{(1 - p)VPL_2}{X_{ótima} (VPL_1 - VPL_2)}$. Com os dados obtidos, foi elaborada uma nova

tabela com a redução do risco a partir do cálculo do desvio padrão do mesmo e a partir desse cálculo foram determinados os valores da Participação da Companhia considerando apenas projetos de modo individual e também a Participação da Companhia considerando a carteira de projetos (tabela 2).

Tabela 2 – Participação da Companhia no projeto individual e na carteira de prospectos

Part. Cia. Proj Ind.		Part. Cia Portfolio	
Retorno (mmUS\$) VME	Risco (mmUS\$) STDEV	Retorno (mmUS\$) VME	Risco (mmUS\$) STDEV
1.82	5.48	1.82	1.65
2.56	7.74	2.56	2.33
1.13	6.77	1.13	2.04
6.26	6.98	6.26	2.11
3.56	17.77	3.56	5.36
1.94	2.29	1.94	0.69
3.21	7.25	3.21	2.19
0.61	6.72	0.61	2.03
1.81	7.74	1.81	2.33
1.00	3.73	1.00	1.12
1.11	4.67	1.11	1.41

A partir da dada tabela foram obtidos os valores da Tolerância do Risco e Equivalente Certo

dos projetos. A tolerância ao risco pode ser calculada a partir da fórmula:
$$c = \frac{\ln[-p * VPL_1 - VPL_2]}{(1-p)VPL_2}$$

$$X_{ótima} (VPL_1 - VPL_2)$$

e o Equivalente Certo dos projetos pode ser calculado a partir da fórmula $Eq = -1/c \ln(\sum p_i e^{-cVPL_i})$ conforme mostra o gráfico de tolerância ao risco da companhia e o gráfico de tolerância ao risco dos projetos (figura 1).

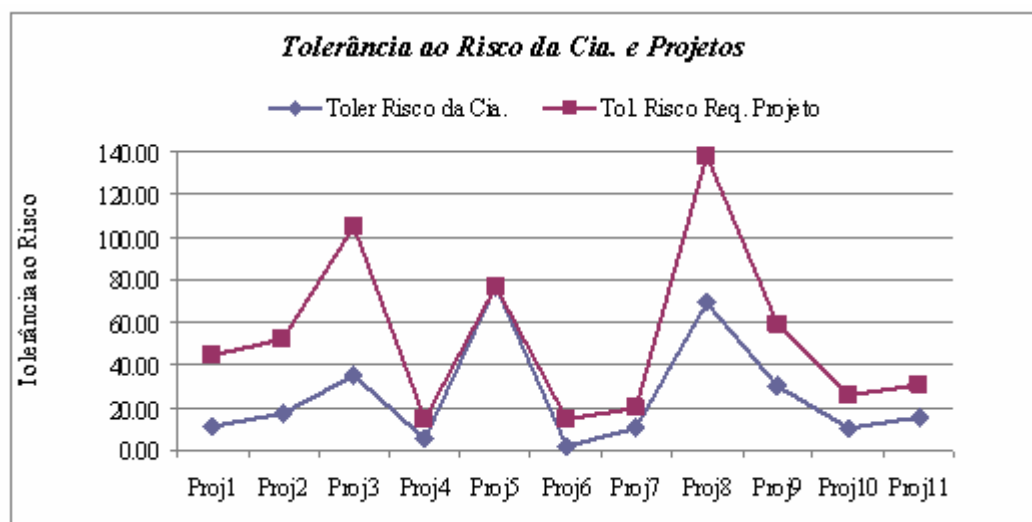


Figura 1 – Tolerância ao risco da Companhia e dos Projetos

Agora foi obtido o nível ótimo de participação do projeto (tabela 3).

Tabela 3 – Nível de Participação Ótimo de cada projeto

Número	Projeto Nome	Particip. (%)	Prob. De Sucesso	NPV@10% (mmUS\$)	Risk Capital (mmUS\$)	Retorno VME	Risco STDEV	N.Ótimo
1	Proj1	0.25	0.20	51.11	-3.68	7.27	21.92	45%
2	Proj2	0.33	0.25	47.93	-5.72	7.69	23.23	38%
3	Proj3	0.33	0.20	43.99	-6.78	3.38	20.31	19%
4	Proj4	0.33	0.50	39.73	-2.17	18.78	20.95	100%
5	Proj5	1.00	0.25	34.34	-6.70	3.56	17.77	26%
6	Proj6	0.13	0.50	33.82	-2.80	15.51	18.31	100%
7	Proj7	0.50	0.25	31.54	-1.95	6.42	14.50	100%
8	Proj8	0.50	0.20	28.08	-5.50	1.21	13.43	15%
9	Proj9	0.50	0.33	25.51	-7.32	3.62	15.48	34%
10	Proj10	0.40	0.20	21.14	-2.15	2.51	9.32	77%
11	Proj11	0.50	0.20	20.92	-2.44	2.23	9.35	65%

Conclusões

Os projetos de E&P envolvem basicamente três tipos de riscos: o risco geológico, o risco econômico e o risco financeiro. Para a dada pesquisa, é importante analisar profundamente a questão dos riscos e incertezas geológicas, sendo que os riscos econômico e financeiro serão mencionados superficialmente.

O risco econômico envolve as expectativas futuras do preço do petróleo, custos operacionais e dos investimentos a serem aplicados. O risco financeiro envolve a capacidade de investimento da firma, número de prospectos disponíveis, ações políticas, sociais e ambientais.

As incertezas geológicas encontram-se presentes nas diversas fases das atividades de E&P, embora sejam mais pronunciadas na fase exploratória, quando o exploracionista visa identificar as áreas de maior potencial de hidrocarbonetos dentro das bacias.

Para tanto, torna-se necessário desenvolver estudos específicos com a finalidade de minimizar os riscos potenciais e maximizar o retorno financeiro dos investimentos realizados nas atividades exploratórias.

A função exponencial mais utilizada na indústria do petróleo é a do tipo: $U(x) = -e^{-cx}$, onde o c é o coeficiente de aversão ao risco.

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

Esse coeficiente indica como varia o comportamento do investidor em relação ao risco com a magnitude dos valores monetários (x). Assim um coeficiente $c > 0$ indica aversão ao risco, $c = 0$ indica indiferença ao risco e $c < 0$ indica propensão ao risco.

Assim sendo, quando $C > 0$ (aversão ao risco); $C = 0$ (indiferença ao risco) e $C < 0$ (propensão ao risco).

Dessa forma as empresas vem investindo cada ano mais em projetos de pesquisa afim de diminuir tais impactos na indústria petrolífera, sendo feitas diferentes estimativas desde na parte de exploração do óleo até o processo de refinamento, produção e distribuição do mesmo, tentando-se chegar ao melhor patamar do nível de participação do projeto.

O nível ótimo de participação do projeto vem sendo discutido por diversos autores ao longo dos anos. Segundo Cozzolino, 1980, a participação fracionada nos projetos pode ser analisada utilizando-se a teoria da preferência, onde ele estabelece a participação desejada e suas respectivas vantagens de diversificação do risco pelo fracionamento da participação.

Agradecimentos

Meu agradecimento especial vai ao professor Dr Saul B. Suslick, meu orientador que depositou enorme confiança em mim ao me conceder esse projeto de grande importância para ele, que foi um grande desafio em minha vida. Agradeço muito ao professor pelos inúmeros momentos de felicidade proporcionados a mim nessa pesquisa, pela paciência, carinho, conhecimento transmitido, pela alegria contagiante que sempre passava a todos os estudantes do LAGE (Laboratório de Análises Geoeconômicas), que infelizmente faleceu no dia 11 de abril de 2009, deixando muita saudade, porém o sentimento de dever cumprido.

Referências Bibliográficas

Cozzolino, J. M. **Controlling risk in capital budgeting: a practical use of utility theory for measurement and control of petroleum exploration risk.** *The Engineering Economist*, v.25, n. 3, p. 161-186, 1980.

Cozzolino, J. M. **Simplified Utility Framework for the Analysis of Financial Risk.** *The Economics and Evaluation Symposium of the Society of Petroleum Engineers of AIME*. v. 21-22,. 10p, 1977.

MacKay, J. A. **Risk Management in International Petroleum Ventures:** Ideas from a Hedberg Conference. *AAPG Bulletin*, v. 80, n. 12, p. 1845-1849, 1996.