

Marcela Lobo Francisco

**Uma comparação entre os regimes de taxaço sobre o
petróleo: concessão e partilha**

Tese de Doutorado

Tese apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Doutor pelo Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção da PUC-
Rio.

Orientador: José Paulo Teixeira

Rio de Janeiro
Agosto de 2011



Marcela Lobo Francisco

Uma comparação entre os regimes de taxaço sobre o petróleo: concessão e partilha

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof.º José Paulo Teixeira

Orientador
PUC-Rio

Prof.º José Paulo Teixeira

PUC-Rio

Prof.º Katia Maria Carlos Rocha

IPEA, PUC-Rio

Prof.º Marco Antônio Guimarães Dias

Petrobras, PUC-Rio

Prof.º Lucia Helena Salgado

Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada, IPEA

Prof.º Maria Bernadete Gomes Pereira Sarmiento Gutierrez

Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada, IPEA

Prof.º José Eugenio Leal

Coordenador(a) Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 25 de agosto de 2011

Todos os direitos reservados. É proibida reprodução total ou parcial do trabalho se autorização da universidade, da autora e do orientador.

Marcela Lobo Francisco

Possui graduação em Estatística pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro e em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e é mestre em Engenharia Industrial pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Participou do projeto PUC/Petrobras de análise de investimentos usando a teoria das opções reais da planta GTL e é professora da Universidade Gama Filho.

Ficha Catalográfica

Francisco, Marcela Lobo

Uma comparação entre os regimes de taxaço sobre o petróleo: concessão e partilha / Marcela Lobo Francisco; orientador: José Paulo Teixeira. – 2011.

136 f. : il. (color.) ; 30 cm

Tese (doutorado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2011.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Análise de investimento. 3. Regime de taxaço sobre o petróleo. 4. Processo estocástico. 5. Simulação de Monte Carlo. 6. Movimento de reversão à média. 7. VPL@-Risk. 8. Opções reais. I. Teixeira, José Paulo. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

As minhas irmãs, Daniela e Luciana, e ao meu cunhado Breno, que ao longo de todo o caminho percorrido sempre estiveram ao meu lado.

A minha mãe, mulher de extrema coragem e força, na qual eu me inspiro e procuro seguir os passos, sem a qual eu não teria a força necessária para mais uma vez seguir em frente e me manter de pé.

Ao meu pai, homem de extrema inteligência e capacidade, no qual eu me inspiro e procuro seguir os passos, sem o qual eu não teria a sabedoria necessária para mais uma vez seguir em frente e me manter de pé.

Aos meus pais que nunca desistiram de mim.

Agradecimentos

Ao professor José Paulo Teixeira, meu orientador no mestrado e doutorado. Que sempre me ajudou no desenvolvimento do meu trabalho.

A professora Katia Rocha pela disponibilidade nos momentos de dúvida, e pela atenção nos momentos de dificuldade.

As professoras Lucia Helena e Maria Bernadete e ao professor Marco Antônio, pela disponibilidade em participar da banca.

A Claudia que sempre se mostrou solícita nas inúmeras dúvidas acerca dos procedimentos necessários ao longo do curso de Doutorado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Por fim, a Pontifícia Universidade Católica por todo conhecimento transmitido.

"Ensinar exige segurança, competência profissional e generosidade".
Paulo Freire

Resumo

Francisco, Marcela Lobo; Teixeira, José Paulo. **Uma comparação entre os regimes de taxa  o sobre o petróleo: concessão e partilha.** Rio de Janeiro, 2011. 136p. Tese de Doutorado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A escolha, por parte dos governos, de qual regime de taxa  o adotar sobre o petróleo determina como a renda gerada pela atividade de exploração e produção deste é dividida entre o Estado e os investidores particulares. Por parte dos Estados é extremamente importante a escolha de um regime que não desestime os investidores particulares, e que por outro lado seja capaz de gerar renda suficiente para impulsionar a sua economia e produzir o bem estar da sua população. Este trabalho faz um estudo dos principais regimes de taxa  o sobre o petróleo identificando como a renda gerada pelo campo   distribuída entre o governo e os investidores particulares, e calcula a exposição ao risco dos agentes para ambos os regimes estudados. O objetivo é verificar se estes atendem aos principais requisitos que um regime deve ter para ser considerado eficiente (simplicidade e neutralidade) e se existe uma relação entre o tipo de regime e as variáveis citadas acima. Os principais regimes de taxa  o existentes no mundo são o regime de concessão e o regime de partilha. Foram estudados os regimes vigentes na Austrália, na Noruega, no Brasil e na Indonésia. Os três primeiros países adotam o regime de concessão e o último adota o regime de partilha. Dentre os regimes estudados o da Austrália mostrou ser o mais simples, sendo a remuneração do governo feita através de duas taxas, e o da Indonésia o mais complexo, onde a remuneração do governo é feita através de cinco taxas. O Brasil apresenta um regime considerado simples, sendo a receita do governo feita através de três taxas. A distribução da renda gerada pela atividade de exploração e produção do petróleo é mais equitativa na Austrália onde os investidores particulares recebem cerca de 16,6% e o governo 88,4%. No Brasil cabe aos investidores particulares 9,16% e ao governo 90,84%. A Noruega e a Indonésia apresentaram regimes de taxa  o que penalizam o investidor particular, o campo apresenta um VPL positivo antes do pagamento das taxas e negativo após. O

Brasil e a Austrália apresentaram VPL positivo antes e depois do pagamento das taxas. Através dos resultados encontrados pode-se verificar que não existe uma relação entre o tipo de regime e as seguintes variáveis: equidade na distribuição da renda, neutralidade e exposição ao risco do investidor particular e do governo. Países que adotam o mesmo regime, de concessão, apresentaram características diferentes: Noruega mostrou ser um regime que penaliza o investidor particular e a Austrália um que possui a distribuição de renda mais equitativa. Em relação ao risco o que apresentou um maior risco para o investidor particular foi a Indonésia e o que apresentou menor risco foi a Austrália. O Brasil em ambos os casos ficou em terceiro lugar. Sendo assim, um regime em si não pode ser considerado mais eficiente do que outro. A questão principal é a forma como a taxação é feita dentro de cada regime. O foco da discussão deveria ser como o petróleo vai ser taxado dentro do atual regime (concessão), dado que agora o volume de reservas do país atingiu um nível inédito, e não qual o regime de taxação adotar.

Palavras-chave

Análise de investimento; regime de taxação sobre o petróleo; processo estocástico; simulação de Monte Carlo; movimento de reversão à média; VPL@-Risk; Opções Reais.

Abstract

Francisco, Marcela Lobo; Teixeira, José Paulo (Advisor). **Comparison between petroleum taxation: concessionary and sharing**. Rio de Janeiro, 2011. 136p. - DSc. Thesis - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Government choice of which taxation regime to adopt on oil determines how the revenue generated by the activity of exploring and producing this oil is shared between the State and private investors. From the point of view of the State, it is extremely important to choose a regime that does not detract private investors and that is also capable of generating enough revenue to bolster the country's economy and promote the well-being of its population. The present work studies the main taxation regimes on oil, identifying how the income generated by this product is distributed between government and private investors. It also calculates the level of risk for agents in both regimes analysed. The aim is to verify if these regimes comply with the main requirements necessary for a regime to be considered efficient – simplicity and neutrality – and if there is a relation between the kind of regime and the variables mentioned above. The main taxation regimes in the world are concession and sharing. The regimes adopted by Australia, Norway, Brazil and Indonesia were studied. The first three countries adopt the concession regime, while the latter adopts the sharing one. The Australian regime – in which government remuneration was obtained by two taxes – was the simplest of all analysed regimes, while that of Indonesia – in which government remuneration was obtained by five taxes – was the most complex. The Brazilian regime is considered to be simple: government revenue is obtained by means of three taxes. The distribution of the revenue generated by oil exploration and production is more balanced in Australia, where private investors receive around 16.6% and the government around 88.4%. In Brazil private investors gain 9.16% and the government 90.84%. The regimes in Norway and Indonesia penalize the private investor; the field presents a positive net current value prior to taxes and negative after taxes. Brazil and Australia displayed positive net current value prior to and after taxes levied. The findings suggest that

there is no relation between the kind of regime and the following variables: equity in income distribution, neutrality, and investor and government risk. Countries that adopt the same regime – concession – presented different characteristics. The regime adopted by Norway penalized the private investor, while that of Australia distributed revenues more equitably. As regards risk, the regime with greatest risks for private investors was the Indonesian, while the one with least risks was the Australian. Brazil ranked third in both categories. Thus, a regime cannot be considered more efficient than another. The main issue is how taxes are levied within each regime. Given that the Brazilian oil reserve has reached unprecedented levels, discussion should focus on how oil will be taxed in the present regime (concession), rather than on the taxation regime adopted.

Keywords

Investment analysis; petroleum taxation; stochastic processes; Monte Carlo simulation; mean reversion model; VPL@Risk; Real Option.

Sumário

| | |
|--|----|
| 1 Introdução | 16 |
| 2 Revisão Bibliográfica | 20 |
| 3 Estado da arte | 24 |
| 4 Origem do petróleo no Brasil | 26 |
| 4.1. O pré-sal brasileiro | 32 |
| 5 Regimes de taxação do petróleo | 40 |
| 5.1. Características de um regime de taxação | 41 |
| 5.2. Regimes de taxação | 44 |
| 5.2.1. Regime de concessão | 44 |
| 5.2.2. Bônus de assinatura | 47 |
| 5.2.3. Royalties | 48 |
| 5.2.4. Participação especial | 49 |
| 5.2.5. Pagamento pela ocupação ou retenção da área | 50 |
| 5.3. Partilha da produção | 51 |
| 6 Processos Estocásticos | 54 |
| 6.1. Principais Processos Estocásticos | 55 |
| 6.1.1. Processo de Markov | 55 |
| 6.1.2. Random Walk | 56 |
| 6.1.3. Processo Autoregressivo de Primeira Ordem (AR 1) | 57 |
| 6.1.4. Processo de Wiener | 58 |
| 6.1.5. Movimento Browniano com Drift ou Movimento de Wiener generalizado (Movimento Aritmético Browniano) | 59 |
| 6.1.6. Movimento Browniano Generalizado - o Processo de Ito | 59 |
| 6.1.7. Movimento Geométrico Browniano (MGB) | 60 |
| 6.1.8. Processo de Reversão à Média | 63 |
| 6.2. Simulação de Monte Carlo do preço do petróleo | 65 |
| 7 Análise de risco | 72 |
| 7.1. Técnicas de análise de investimento | 73 |

| | |
|--|-----|
| 7.1.1. Valor Presente Líquido (VPL) | 73 |
| 7.1.2. Taxa Interna de Retorno | 74 |
| 7.1.3. <i>Payback</i> descontado | 75 |
| 7.2. Características do modelo | 76 |
| 7.3. Austrália | 78 |
| 7.4. Noruega | 79 |
| 7.5. Indonésia | 81 |
| 7.6. Fluxo de Caixa no regime de Concessão | 83 |
| 7.6.1. Fluxo de caixa no regime fiscal da Austrália | 84 |
| 7.6.2. Fluxo de caixa no regime fiscal da Noruega | 86 |
| 7.6.3. Fluxo de caixa no regime fiscal do Brasil | 89 |
| 7.7. Fluxo de caixa no regime de Partilha | 92 |
| 7.7.1. Fluxo de caixa no regime da Indonésia | 93 |
| 7.8. Remuneração do governo X dos agentes particulares | 101 |
| 7.9. Risco X Retorno | 104 |
| 7.10. Novas regras de taxação para: Noruega, Brasil, Indonésia | 113 |
| 8 Análise utilizando a teoria das opções reais | 117 |
| 8.1. As Opções Reais e o Valor da Flexibilidade Gerencial | 119 |
| 8.2. Opção de adiar o investimento | 120 |
| 9 Conclusão | 126 |
| 10 Referências Bibliográficas | 130 |
| Apêndice A Tabelas para o cálculo da PE | 134 |
| Apêndice B Análise do preço | 136 |

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 4.1: Plataforma elevatória P-1 | 27 |
| Figura 4.2: Roncador: exploração de petróleo em alto mar, 2000 | 28 |
| Figura 4.3: Gráfico da razão RP / P | 32 |
| Figura 4.4: Pré-Sal no Brasil | 33 |
| Figura 4.5: Área do Pré-Sal | 34 |
| Figura 4.6: Previsão de barris de petróleo nos campos do Pré-Sal | 35 |
| Figura 4.7: Descoberta de novos campos do Pré-Sal | 35 |
| Figura 4.8: Evolução da exploração de petróleo pela Petrobras | 35 |
| Figura 4.9: Desafios da exploração do pré-sal | 36 |
| Figura 4.10: Evolução dos gastos com extração | 38 |
| Figura 5.1: Gráfico do valor do bônus de assinatura por rodada de licitação | 48 |
| Figura 5.2: Gráfico do valor dos <i>royalties</i> de 1998/2009 | 49 |
| Figura 5.3: Gráfico do valor das participações especiais de 1998/2009 | 50 |
| Figura 6.1: Gráfico da variância no Movimento Geométrico Browniano | 63 |
| Figura 6.2: Gráfico da variância no Movimento de Reversão a Média | 65 |
| Figura 6.3: Ilustração da SMC | 66 |
| Figura 6.4: Preço do Brent (U\$/bbl) _ 1982/2009 | 68 |
| Figura 6.5: Série real e nominal do Brent _ 1982/2009 | 69 |
| Figura 7.1: Regra de decisão do VPL | 75 |
| Figura 7.2: The Ekofisk field_Noruega | 80 |
| Figura 7.3: Reservas de petróleo_Indonésia | 82 |
| Figura 7.4: VPL Austrália_4,0_U\$ 54,36 | 85 |
| Figura 7.5: VPL Austrália_4,0_U\$ 95,00 | 85 |
| Figura 7.6: VPL Austrália_1,0_U\$ 54,36 | 85 |
| Figura 7.7: VPL Austrália_1,0_U\$ 95,00 | 86 |
| Figura 7.8: VPL Noruega_4,0_U\$ 54,36 | 87 |
| Figura 7.9: VPL Noruega_4,0_U\$ 95,00 | 88 |
| Figura 7.10: VPL Noruega_1,0_U\$ 54,36 | 88 |
| Figura 7.11: VPL Noruega_1,0_U\$ 95,00 | 89 |
| Figura 7.12: VPL Brasil_4,0_U\$ 54,36 | 90 |

| | |
|---|-----|
| Figura 7.13: VPL Brasil_4,0_U\$ 95,00 | 91 |
| Figura 7.14: VPL Brasil_1,0_U\$ 54,36 | 91 |
| Figura 7.15: VPL Brasil_1,0_U\$ 95,00 | 92 |
| Figura 7.16: VPL Indonésia_4,0_U\$ 54,36 | 94 |
| Figura 7.17: VPL Indonésia_1,0_U\$ 54,36 | 95 |
| Figura 7.18: VPL Indonésia_1,0_U\$ 95,00 | 95 |
| Figura 7.19: VPL Indonésia_4,0_U\$ 95,00 | 96 |
| Figura 7.20: Austrália_VPL X RTG_4,0_U\$ 95,00 | 108 |
| Figura 7.21: Indonésia_VPL X RTG _4,0_U\$ 95,00 | 108 |
| Figura 8.1: Quando a flexibilidade gerencial é valiosa | 120 |
| Figura 8.2: VP_Fx_Cx – Brasil, Indonésia_U\$ 55,00 | 121 |
| Figura 8.3: <i>Payoff</i> da opção_Brasil - U\$ 55,00 | 123 |
| Figura 8.4: VP_Fx_Cx – Brasil, Indonésia_U\$ 90,00 | 124 |
| Figura 8.5: <i>Payoff</i> da opção_Brasil, Indonésia - U\$ 80,00 | 125 |

Lista de tabelas

| | |
|--|-----|
| Tabela 4.1: Volume de produção de petróleo (bbl/dia) por país | 29 |
| Tabela 4.2: Volume de reservas de petróleo provadas por país | 30 |
| Tabela 4.3: Produção de petróleo no país (2000/2009) | 31 |
| Tabela 4.4: Produção de petróleo no país (2000/2009) | 31 |
| Tabela 4.5: Produção X Custo de extração. | 38 |
| Tabela 5.1: Cálculo da alíquota da Participação Especial (1º ano de produção) | 49 |
| Tabela 5.2: Vantagens e desvantagens dos regimes de taxaço do petróleo | 53 |
| Tabela 6.1: Parâmetros dos processos estocásticos (Série Brent: 1982/2009) | 69 |
| Tabela 6.2: Parâmetros dos processos estocásticos (Série Brent: 1900/2009) | 70 |
| Tabela 6.3: Valores de negociação do Brent no mercado Futuro na NYMEX | 71 |
| Tabela 6.4: Valores de negociação do Brent no mercado Futuro na ICE | 71 |
| Tabela 7.1: Características do modelo | 76 |
| Tabela 7.2: Convergência dos VPLs - média de longo prazo de U\$ 54,36/bbl | 77 |
| Tabela 7.3: Convergência dos VPLs - média de longo prazo de U\$ 95,00/bbl | 77 |
| Tabela 7.4: Sistemas de Concessão | 81 |
| Tabela 7.5: VPL_Austrália | 86 |
| Tabela 7.6: VPL_Noruega | 89 |
| Tabela 7.7: VPL_Brasil | 92 |
| Tabela 7.8: VPL_Indonésia | 96 |
| Tabela 7.9: VPLs_U\$54,36/bbl | 97 |
| Tabela 7.10: VPLs_U\$95,00/bbl | 98 |
| Tabela 7.11: <i>Break even point</i> investimento_4,0_U\$ 56,34 | 99 |
| Tabela 7.12: <i>Break even point</i> investimento_1,0_U\$ 95,00 | 100 |
| Tabela 7.13: <i>Break even point</i> investimento_4,0_U\$ 95,00 | 100 |
| Tabela 7.14: Remuneração do governo | 101 |
| Tabela 7.15: Remuneração do governo na Austrália | 102 |
| Tabela 7.16: Remuneração do governo na Noruega | 102 |
| Tabela 7.17: Remuneração do governo no Brasil | 103 |
| Tabela 7.18: Remuneração do governo na Indonésia | 103 |
| Tabela 7.19: VPL @Risk_4,0_U\$95,00 | 105 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 7.20: Coeficiente de variação x (VPL @Risk/Média)_4,0_U\$95,00 | 105 |
| Tabela 7.21: RTG @_Risk_4,0 | 106 |
| Tabela 7.22: Coeficiente de variação x (RTG @Risk/Média)_4,0_U\$95,00 | 107 |
| Tabela 7.23: Exposição ao risco | 107 |
| Tabela 7.24: Participação da remuneração do governo_1,0 _U\$95,00/bbl | 109 |
| Tabela 7.25: Participação da remuneração do governo_4,0 _U\$95,00/bbl | 110 |
| Tabela 7.26: VPL sem e com taxas_1,0 _U\$95,00/bbl | 110 |
| Tabela 7.27: VPL sem e com taxas_4,0 _U\$95,00/bbl | 111 |
| Tabela 7.28: VPL nova taxa    _4,0 _U\$95,00/bbl | 114 |
| Tabela 7.29: CV x (VPL @Risk/Média)_Novas regras_4,0_U\$95,00 | 115 |
| Tabela 7.30: RTG nova taxa    _4,0 _U\$95,00/bbl | 115 |
| Tabela 7.31: CV x (RTG @Risk/Média)_Novas regras_4,0_U\$95,00 | 115 |
| Tabela 7.32: Distribui     da renda_Novas regras_4,0_U\$95,00 | 116 |
| Tabela 8.1: Op     Real x Op     Financeira | 118 |
| Tabela A.1: Pagamento da PE no segundo ano de produ     | 134 |
| Tabela A.2: Pagamento da PE no terceiro ano de produ     | 134 |
| Tabela A.3: Pagamento da PE após o terceiro ano de produ     | 135 |
| Tabela B.1: Análise do preço | 136 |