**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA
EP-FEA-IEE-IF**

DIEGO FERNANDES EMILIANO SILVA

**INDÚSTRIA PETROLÍFERA E DINÂMICA CAPITALISTA:
ANÁLISE DOS IMPACTOS DO PREÇO INTERNACIONAL
DO PETRÓLEO NO MERCADO NACIONAL**

**SÃO PAULO
2009**

Diego Fernandes Emiliano Silva

**INDÚSTRIA PETROLÍFERA E DINÂMICA CAPITALISTA:
Análise dos impactos do preço internacional
do petróleo no mercado nacional**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia – Escola Politécnica / Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade / Instituto de Eletrotécnica e Energia / Instituto de Física – da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Energia.

Orientador: Prof. Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra

São Paulo

2009

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Diego Fernandes Emiliano

Indústria Petrolífera e Dinâmica Capitalista: Análise dos impactos do preço internacional do petróleo no mercado nacional. / Diego Fernandes Emiliano Silva; orientador Prof. Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra – São Paulo, 2009.

145p.: il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Energia) – EP / FEA / IEE / IF da Universidade de São Paulo.

1. Indústria Petrolífera. 2. Petróleo – aspectos econômicos. 3. Dinâmica Capitalista. 4. Formação de Preço. I. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA INTERUNIDADES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA
EP – FEA – IEE - IF

DIEGO FERNANDES EMILIANO SILVA

“Indústria Petrolífera e Dinâmica Capitalista: Análise dos Impactos do preço Internacional do Petróleo no Mercado Nacional”

Dissertação defendida e aprovada em 18/08/2009 pela Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra – PIPGE/USP
Orientador e Presidente da Comissão Julgadora

Prof. Dr. Adriano Henrique Rebelo Biava – FEA/USP

Profª Drª Mônica Landi – PUC/SP

DEDICATÓRIA

A minha namorada Camila, por todo amor, carinho e incentivo a sempre querer algo mais,

Aos meus pais, em especial minha mãe Fernanda, por propiciarem este momento de reflexão e amadurecimento,

Ao meu tio Manuel, que apesar de não estar fisicamente presente, sempre contribuiu e contribuirá com seus sábios ensinamentos e alegria contagiante...

AGRADECIMENTOS

A vida, bem como nossas ações e realizações, são frutos da interação social entre pessoas e instituições, todas das mais diversas, que interagem continua e concomitantemente umas com as outras em um sistema complexo e subjetivo, não sendo dessa maneira uma pessoa ou instituição mais importante que outra, e sim sendo apenas diferente na sua distinta maneira de influir. É importante ressaltar que diversas vezes, pessoas, fatos e acontecimentos, mesmo que parecendo desconexos e aparentarem não ter influenciado determinado acontecimento por diversas vezes podem ter uma ligação muito mais forte do que o imaginado.

Com base nisso gostaria de agradecer a tudo e todos que participaram direta ou indiretamente na realização e concretização desse trabalho, em especial:

- A minha querida Camila, por todo companherismo, carinho, incentivo e amor;
- A minha mãe Fernanda e tio Manuel por todo amor, carinho, educação e formação;
- A toda a minha família (pais, irmão, irmãs, tios, tias, primos, primas, avó e etc) e a família da minha namorada, por sempre estarem presentes em minha vida;
- Ao amigo e orientador, Prof. Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra por todas as conversas, divergências e concordâncias que de longe superam o significado da simples palavra orientação;
- Ao amigo, Prof. Dr. Adriano Henrique Rebelo Biava, pelos ensinamentos recebidos e pelos comentários e críticas tecidas nas bancas de qualificação e defesa fundamentais para esse trabalho;
- A amiga, Profa. Dra. Mônica Landi, pelos comentários e críticas nas bancas de qualificação e defesa fundamentais para esse trabalho;
- Ao apoio de todos os pesquisadores e membros do PRH-ANP/04, em especial dos professores Dr. Murilo Tadeu Werneck Fagá e Dr. Miguel Edgar Morales Udaeta;
- A todos os Professores das unidades que compõem o PPGE (EP, FEA, IEE e IF), cujas aulas, comentários, discussões e diálogos possibilitaram o amadurecimento e realização dessa dissertação;

- A amiga, Profa. Dra. Rosa Maria Marques, primeira orientadora, responsável pelo meu trabalho de Iniciação Científica, experiência responsável pelo aprendizado de métodos e técnicas de pesquisa, além da inquietação, busca e descoberta pelo novo;
- Aos amigos, Prof. Dr. Gilson de Lima Garófalo e Prof. Dr. Marcel Guedes Leite, fundamentais na minha formação teórica, senso crítico e perseverança na busca pelo saber;
- A todos os colegas do PPGE que sempre propiciaram um ambiente harmonioso, propício para o estudo e pesquisa, além de todas as conversas, mesmo as descontraídas, que sempre possibilitaram momentos de reflexão;
- A Aparecida Rosa de Souza Tarábola, ao Júlio César Teodoro e todos os funcionários do PPGE que com imensa amizade e profissionalismo sempre propiciaram condições técnico-administrativos e de infraestrutura favoráveis à realização desse trabalho, que sem estás o mesmo tornaria-se muito mais árduo;
- Ao apoio financeiro da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP –, da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP – e do Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT por meio do Programa de Recursos Humanos da ANP para o Setor de Petróleo e Gás – PRH-ANP/MCT.

A todos vocês meu muito obrigado.

Ser economista...

É ser matemático, historiador, estadista, filósofo (...), é entender os símbolos e falar com as palavras. É contemplar o particular nos termos do genérico, e tocar o abstrato e o concreto na mesma revoada do pensamento. Têm o dever de estudar o presente à luz do passado com objetivos futuros. Nenhuma parte da natureza humana ou das instituições deve ficar completamente fora do alcance de sua visão. Ele deve ser decidido e desinteressado com a mesma disposição. Tão distante e incorruptível quanto um artista, e ainda assim algumas vezes tão perto da terra quanto um político.

(John Maynard Keynes)

RESUMO

Os combustíveis fósseis, dentre eles o petróleo, são e continuarão sendo durante mais algumas décadas a principal fonte energética para a produção industrial, transporte, petroquímica e mesmo para o uso doméstico. Dentre suas características principais podemos citar o fato do petróleo ser um recurso natural exaurível, além de apresentar uma distribuição geológica bastante desigual, gerando diversos conflitos geopolíticos. Sua exploração sustenta-se em uma estrutura de mercado imperfeita, onde diversos *players* manipulam seus preços, objetivando maiores lucros, sem se preocupar com um desenvolvimento sustentável. Dada à importância do petróleo, se observa que sua precificação tem diversos impactos na atividade econômica. Busca-se nesse trabalho entender as relações existentes entre a indústria petrolífera e a dinâmica capitalista, especificadamente os impactos do preço internacional do petróleo na atividade econômica, nacional e internacional.

ABSTRACT

The fossil fuels, among them the petroleum, are and will remain during some decades more the main energy source for the industrial production, transport, petroquimic sector and even for the domestic use. Among your main characteristics we can mention the fact that petroleum is exhaustible resource, besides presenting a unequal geological distribution, generating several geopolitics conflicts. Your exploration is sustained in an imperfect market structure, where several players manipulate your prices, aiming at larger profits, without worrying with a maintainable development. Given the importance of petroleum, it is observed that your price has several impacts in the economical activity. In that work, is looked for understand the existent relationships between oil industry and economic dynamics, especially the impacts of the international oil price in Brazilian and world economical activity.

SUMÁRIO

Ficha Catalográfica.	iii
Dedicatória.	v
Agradecimentos.	vi
Resumo.	ix
<i>Abstract.</i>	x
Lista de Figuras.	xv
Lista de Tabelas.	xvi
 Introdução.	 Pág. 01
Objetivos.	Pág. 05
Hipóteses da pesquisa.	Pág. 06
Metodologia.	Pág. 07
 1. Indústria Petrolífera.	 Pág. 09
1.1 – O que é petróleo.	Pág. 09
1.2 – História do petróleo.	Pág. 11
1.3 – O petróleo no contexto internacional pós 1970.	Pág. 15
2. Dinâmica Capitalista e Desenvolvimento Sustentável.	Pág. 26
2.1 – Análise dos recursos naturais.	Pág. 26
2.2 – Sistema capitalista.	Pág. 29
2.3 – Dinâmica capitalista x crescimento sustentável.	Pág. 30
2.4 – Sustentabilidade econômica x sustentabilidade ambiental.	Pág. 30
3. Formação de Preço e Estrutura de Mercado Petrolífero.	Pág. 33
3.1 – A contribuição de Harold Hotelling.	Pág. 33
3.2 – Estudo das estruturas de mercado.	Pág. 37
3.3 – Formação de preço numa estrutura de oligopólio.	Pág. 43
3.4 – Análise dos preços determinados por cartéis: o caso da OPEP. .	Pág. 47
3.5 – Determinação do <i>mark up</i> em Kalecki e possíveis aplicações para o mercado petrolífero.	Pág. 48
4. Mensuração dos Impactos do Preço do Petróleo na Economia.	Pág. 51
4.1 - Breve revisão bibliográfica sobre o tema.	Pág. 51
4.2 – Metodologia.	Pág. 53

4.2.1 – Série temporal.	Pág. 53
4.2.2 – Processos estocásticos.	Pág. 54
4.2.3 – Estacionariedade.	Pág. 56
4.2.4 – Correlograma.	Pág. 57
4.2.5 – Raiz Unitária.	Pág. 58
4.2.5.1 – Teste de Dickey & Pantula – DP.	Pág. 58
4.2.5.2 – Teste de Dickey & Fuller Aumentado – ADF.	Pág. 59
4.2.6 – Co-integração.	Pág. 60
4.2.7 – Causalidade no sentido de Granger.	Pág. 61
4.3 – Dados.	Pág. 62
4.4 – Resultados.	Pág. 77
4.4.1 – Raiz unitária.	Pág. 77
4.4.2 – Co-integração.	Pág. 78
4.4.3 – Causalidade no sentido de Granger.	Pág. 79
Conclusões.	Pág. 82
Referencias Bibliográficas.	Pág. 86
Anexos.	Pág. 92
A1 – Unidades e fatores de conversão.	Pág. 92
A2 – Produto Nacional Bruto (PNB) real mundial em bilhões de dólares de 2005 e Variação anual do PNB (VPNB) mundial.	Pág. 93
A3 – PNB real brasileiro em bilhões de dólares de 2005 e VPNB brasileiro.	Pág. 94
A4 – PNB mundial e os PNBs dos principais países no ano de 2008, em dólares $\times 10^6$	Pág. 95
A5 – Cotação internacional do petróleo (nominal).	Pág. 96
A6 – Cotação internacional do petróleo (real).	Pág. 97
A7 – Teste de DP para PNBM.	Pág. 98
A8 – Teste de DP para PNBB.	Pág. 99
A9 – Teste de DP para LPPN.	Pág. 100
A10 – Teste de DP para LPPR.	Pág. 101

A11 – Teste ADF no nível para PNBM (com constante e tendência). ..	Pág. 102
A12 – Teste ADF no nível para PNBM (com constante).	Pág. 103
A13 – Teste ADF no nível para PNBM (sem termos deterministas).	Pág. 104
A14 – Teste ADF na 1ª diferença de PNBM (com constante e tendência).	Pág. 105
A15 – Teste ADF no nível para PNBB (com constante e tendência). ...	Pág. 106
A16 – Teste ADF no nível para PNBB (com constante).	Pág. 107
A17 – Teste ADF no nível para PNBB (sem termos deterministas).	Pág. 108
A18 – Teste ADF na 1ª diferença de PNBB (com constante e tendência).	Pág. 109
A19 – Teste ADF na 1ª diferença de PNBB (com constante).	Pág. 110
A20 – Teste ADF no nível para LPPN (com constante e tendência). ...	Pág. 111
A21 – Teste ADF no nível para LPPN (com constante).	Pág. 112
A22 – Teste ADF na 1ª diferença para LPPN (com constante e tendência).	Pág. 113
A23 – Teste ADF na 1ª diferença para LPPN (com constante).	Pág. 114
A24 – Teste ADF na 1ª diferença para LPPN (sem termos deterministas).	Pág. 115
A25 – Teste ADF no nível para LPPR (com constante e tendência). ...	Pág. 116
A26 – Teste ADF no nível para LPPR (com constante).	Pág. 117
A27 – Teste ADF no nível para LPPR (sem termos deterministas).	Pág. 118
A28 – Teste ADF na 1ª diferença para LPPR (com constante e tendência).	Pág. 119
A29 – Teste ADF na 1ª diferença para LPPR (com constante).	Pág. 120
A30 – Teste ADF na 1ª diferença para LPPR (sem termos deterministas).	Pág. 121
A31 – Valores críticos para o teste de Dickey-Fuller.	Pág. 122
A32 – Valores críticos de Mackinnon para qualquer tamanho de amostra – Valores para uma amostra de 40 observações.	Pág. 123
A33 – Regressão entre LPPN x PNBM.	Pág. 123
A34 – Teste ADF para o resíduo da regressão entre LPPN x PNBM. ..	Pág. 124
A35 – Regressão entre LPPR x PNBM.	Pág. 125
A36 – Teste ADF para o resíduo da regressão entre LPPR x PNBM. ..	Pág. 126

A37 – Regressão entre LPPN x PNBB.	Pág. 127
A38 – Teste ADF para o resíduo da regressão entre LPPN x PNBB. ..	Pág. 128
A39 – Regressão entre LPPR x PNBB.	Pág. 129
A40 – Teste ADF para o resíduo da regressão entre LPPR x PNBB. ..	Pág. 130

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Modelo de reservatório de petróleo.	Pág. 10
Figura 1.2: Evolução do preço nominal mundial do barril de petróleo.	Pág. 17
Figura 1.3: Evolução do preço real mundial do barril de petróleo.	Pág. 18
Figura 1.4: Evolução das reservas mundiais de petróleo entre 1980-2007 em bilhões de barris (BB).	Pág. 21
Figura 1.5: Reservas provadas de petróleo por região geográfica no ano de 2007.	Pág. 22
Figura 1.6: Produção mundial de petróleo cru entre 1973-2008 em milhões de barris por dia (MBPD).	Pág. 22
Figura 3.1: Preço do recurso não renovável com adição do <i>royalty</i>	Pág. 36
Figura 3.2: IC do mercado petrolífero.	Pág. 45
Figura 3.3: Formação de preços da OPEP.	Pág. 47
Figura 4.1: Histograma e estatística descritiva para PNBM.	Pág. 63
Figura 4.2: Histograma e estatística descritiva para PNBB.	Pág. 63
Figura 4.3: Histograma e estatística descritiva para PPN.	Pág. 64
Figura 4.4: Histograma e estatística descritiva para PPR.	Pág. 64
Figura 4.5: Exemplos de curtose.	Pág. 65
Figura 4.6: Exemplos de assimetria.	Pág. 65
Figura 4.7: Gráfico das séries PNBM, PNBB, LPNBM e LPNBB.	Pág. 67
Figura 4.8: Gráfico das séries PPN, PPR, LPPN e LPPR.	Pág. 68
Figura 4.9: Gráfico das séries DPNBM, DPNBB, DLPNBN e DLPNBB.	Pág. 69
Figura 4.10: Gráfico das séries DPPN, DPPR, DLPPN e DLPPR.	Pág. 70
Figura 4.11: Correlograma do PNBM.	Pág. 73
Figura 4.12: Correlograma do DPNBM.	Pág. 73
Figura 4.13: Correlograma do PNBB.	Pág. 74
Figura 4.14: Correlograma do DPNBB.	Pág. 74
Figura 4.15: Correlograma do LPPN.	Pág. 75
Figura 4.16: Correlograma do DLPPN.	Pág. 75
Figura 4.17: Correlograma do LPPR.	Pág. 76
Figura 4.18: Correlograma do DLPPR.	Pág. 76
Figura C1: PNB versus uso de energia.	Pág. 84
Figura C2: PNB mundial versus consumo mundial de petróleo.	Pág. 84

LISTA DE TABELAS

Tabela I.1: Estatística mundial da participação das fontes de energia.	Pág. 02
Tabela I.2: Estatística brasileira da participação das fontes de energia. ...	Pág. 02
Tabela 1.1: Membros da OPEP.	Pág. 20
Tabela 1.2: Principais reservas mundiais de petróleo no ano de 2008.	Pág. 21
Tabela 1.3: Principais produtores e exportadores mundiais de petróleo no ano de 2007 (MBPD).	Pág. 23
Tabela 1.4: Principais consumidores e importadores mundiais de petróleo no ano de 2007 (MBPD).	Pág. 24
Tabela 3.1: Estruturas mercadológicas.	Pág. 38
Tabela 3.2: Estruturas de mercado segundo Stakelberg.	Pág. 38
Tabela 3.3: Composição básica do petróleo.	Pág. 41
Tabela 3.4: Principais características do petróleo.	Pág. 41
Tabela 3.5: Principais modelos de oligopólio.	Pág. 42
Tabela 3.6: IHH do mercado petrolífero.	Pág. 46
Tabela 4.1: Padrões teóricos de FAC e FACP.	Pág. 58
Tabela 4.2: Teste de Dickey-Fuller.	Pág. 60
Tabela 4.3: Estatística descritiva para todas as séries consideradas.	Pág. 71
Tabela 4.4: Metodologia de Hinkey para selecionar variáveis.	Pág. 71
Tabela 4.5: Teste de DP.	Pág. 78
Tabela 4.6: Causalidade no sentido de Granger.	Pág. 80

INTRODUÇÃO

Na década de 1970, instalava-se nas economias capitalistas um enorme temor da escassez de energia, devido principalmente à freada do crescimento no período pós-segunda guerra, em parte gerada pelo desabastecimento energético e pelo reajuste dos preços internacionais do petróleo, pela Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP ou OPEC¹), nos anos 1973 e 1979.

Nota-se que esse temor apresenta dois aspectos, sendo o primeiro o da escassez física² e o segundo, por preços cada vez mais elevados da energia, decorrentes em parte da possibilidade de exaustão³ do petróleo.

Apesar de se estar em uma época de relativa abundância, esse tema continua gerando grandes incertezas, sendo o debate energético, centrado principalmente pelos combustíveis fósseis, centro do debate para o crescimento e desenvolvimento econômico dos países capitalistas.

Quando se fala de desenvolvimento e crescimento econômico, é importante observar que, “todo processo concreto de desenvolvimento repousa sobre o desenvolvimento precedente. [...] (e) Todo processo de desenvolvimento cria os pré-requisitos para o seguinte” (SCHUMPETER, 1982: 47), sendo o desenvolvimento das nações, dos países, das empresas e de toda a humanidade um processo dinâmico e inacabado no tempo, sempre em plena mutação.

De acordo com KUZNETS (1983), podemos entender o desenvolvimento econômico como sendo a junção do crescimento econômico (entendido como o aumento do Produto Nacional Bruto *per capita*) acompanhada de mudanças na estruturas produtivas, tecnológicas e sociais, principalmente acompanhada de uma melhoria do padrão de vida da população.

Para Kindleberger e Herrick, o desenvolvimento econômico é “um aumento na produção acompanhado de modificações nas disposições técnicas e institucionais, isto é, mudanças nas estruturas produtivas e na alocação dos insumos pelos diferentes setores da produção”. (KINDLEBERGER, 1977: cap. 1).

¹ OPEC: *Organization of the Petroleum Exporting Countries*, na versão inglesa da sigla.

² Escassez física entendida como o risco da possibilidade de se exaurir o recurso, uma vez que o petróleo é um recurso natural não renovável.

³ É importante salientar que a exaustão do recurso não implica necessariamente seu completo esgotamento. Deve-se entender essa exaustão como a impossibilidade de se recuperar volumes marginais de petróleo, seja por impossibilidade tecnológica ou por preços marginais cada vez mais elevados, tornando as reservas economicamente inviáveis.

Nessa linha de raciocínio, pode-se citar o petróleo como um dos insumos que devem ser corretamente alocados, pois nos dias atuais, o desenvolvimento dos países em geral, depende da disponibilidade de energia em termos econômicos satisfatórios, sendo esse insumo, a principal fonte energética do mundo, como se observa na tabela I.1.

Tabela I.1: Estatística mundial da participação das fontes de energia

Combustíveis Fósseis	80.9 %	Demais Combustíveis	19.1 %
<i>Carvão</i>	<i>26.0 %</i>	<i>Energia nuclear (urânio)</i>	<i>6.2 %</i>
<i>Petróleo</i>	<i>34.4 %</i>	<i>Biomassa</i>	<i>10.7 %</i>
<i>Gás natural</i>	<i>20.5 %</i>	<i>Outras renováveis</i>	<i>2.2 %</i>

NOTA: Total disponível – 11.741 10⁶ tep⁴.

FONTE: MME. Balanço Energético Nacional 2008, ano base 2007.

Comparando com o caso brasileiro tem-se na tabela I.2:

Tabela I.2: Estatística brasileira da participação das fontes de energia

Combustíveis Fósseis	52.7 %	Demais Combustíveis	47.3 %
<i>Carvão</i>	<i>6.0 %</i>	<i>Hidráulica e eletricidade</i>	<i>14.9 %</i>
<i>Petróleo</i>	<i>37.4 %</i>	<i>Biomassa e cana</i>	<i>27.8 %</i>
<i>Gás natural</i>	<i>9.3 %</i>	<i>Urânio</i>	<i>1.4 %</i>
		<i>Outras renováveis</i>	<i>3.2 %</i>

FONTE: MME. Balanço Energético Nacional 2008, ano base 2007.

Entretanto, não se escolhe onde se deseja explorá-los, sendo a natureza “responsável” por sua criação e localização, muitas ainda por descobrir e tantas outras que talvez nem venham a ser descobertas.

Essa característica, de caráter espacial geológico, ocasiona:

Uma complexa multiplicidade de problemas que suscita em seus aspectos políticos, econômicos, militares, tecnológicos, com desdobramentos e impactos no campo das relações internacionais. [...] vitais para o futuro da nossa civilização, cujos conflitos de poder são da essência da geopolítica de petróleo, [...]. (MARINHO JR. 1989: 04)

O petróleo é importante não apenas pelo seu caráter energético, embora seja o principal, mas também pela sua grande versatilidade, podendo ser obtidos diversos subprodutos que também apresentam aplicações no setor petroquímico, na construção civil, em peças automotivas, no setor de plásticos, embalagens, no uso doméstico e etc.

⁴ Para outras unidades e fatores de conversão, visualizar o anexo 1.

Ademais, observa-se que o petróleo, assim como todos os combustíveis fósseis, são recursos naturais não renováveis, sendo finito ao horizonte temporal do ser humano, indicando que cedo ou tarde isto se evidenciará de maneira clara e decisiva na economia, seja tanto por sua disputa, quanto por sua necessidade de substituição, o que implicará mudança na estrutura produtiva e tecnológica da sociedade contemporânea, bem como oscilações de preços cada vez mais freqüentes.

Portanto, as nações necessitam desenvolver programas de longa maturação no setor energético, se fazendo necessário análises das perspectivas dos preços internacionais do petróleo, estimar a quantidade e qualidade das reservas, e os impactos desses fatores na economia a fim de se levantar os custos de oportunidade entre adotar ou desenvolver outras fontes energéticas agora, ou daqui a “*n*” anos⁵.

Referindo-se especificamente ao preço internacional do petróleo, a avaliação de seus impactos no mercado nacional é um tema complexo, que envolve um processo árduo de análise, por ser uma indústria que apresenta diversas variáveis inter-relacionadas. Ademais, é um ramo de que a economia brasileira carece de análises, sendo as poucas provenientes de alguns artigos pontuais ou textos para discussões. Tais artigos e textos são em grande parte apresentados ao governo, instituições privadas e/ou públicas que necessitam dessas informações. As instituições que podem ser citadas no ramo petrolífero e seus derivados, inclusive os petroquímicos, são: ANP, Braskem, Comgás, Petrobrás entre outras.

Muitos fatores interferem com esse mercado, tais como:

- variação cambial,
- variação no consumo,
- variação da oferta, temor de escassez,
- fatores geopolíticos, conflitos internacionais,
- crescimento chinês,
- reservas norte-americanas,
- mera especulação,

⁵ É importante deixar claro, que apesar desses pontos serem de relevada importância, no trabalho se irá analisar principalmente os impactos do preço internacional sobre a atividade econômica, e mesmo que outros itens possam ser citados, não serão o ponto principal a ser explorado.

- variações nos padrões de crescimento/ recessão ou estagnação econômica, entre outros.

Com frequência se observam inclusive disputas e conflitos internacionais, muitos chegando até a guerras, uma vez que este insumo pode ser considerado como uma fonte de poder.

Segundo Lênin (2002), os cartéis, como o do petróleo⁶, passam a ser uma das bases de toda a vida econômica. Segundo ele, o capitalismo se transforma a partir de então, sendo, esta fase propiciada pelo acelerado incremento da indústria e rápido processo de concentração, salientado por ele em diversos exemplos de indústrias alemãs e norte-americanas.

Nesse contexto, é importante desenvolver bens substitutos, a fim de diminuir a dependência e a vulnerabilidade causada pelo petróleo. Muitas nações a partir de então começam a desenvolver tecnologias a fim de encontrarem fontes substitutas, como é o caso da energia nuclear, altamente difundida na França; do Programa Nacional do Alcool (PNA) desenvolvido no Brasil; as utilizações de carvão mineral (este também não renovável) e vegetal; energias eólicas, solares, hídricas, entre outros.

Entretanto, os custos de produção desses bens substitutos ainda são extremamente elevados. No caso do carvão, por exemplo, existem custos de extração, sendo este mais ou menos caro de acordo com a profundidade de suas minas; custos de transporte, manuseio, transformação; custos adicionais com antipoluentes sofisticados, levado em conta seu alto poder poluidor entre outros. Claro que com o avanço da tecnologia e escala de produção estes custos tendem a cair, porém nesse ponto tem-se que considerar inclusive aquelas próprias às pesquisas a fim de desenvolver novas formas de obtenção.

Este é um dado importante, pois segundo Pelin (1988), talvez o ponto mais importante não seja prever com precisão o preço futuro do petróleo, mas sim descrever como ocorre sua evolução e seu limite máximo de crescimento. Para o autor, o preço do petróleo não poderia ir além do custo marginal de seu substituto mais próximo, no caso ele considera o carvão.

⁶ É relevante ressaltar que o surgimento do cartel da OPEP petróleo ocorre posteriormente à publicação do seu livro, entretanto análise parecida pode ser inferida.

Pensando em políticas energéticas para um país, Galindo (1994) analisa toda a problemática sobre a determinação do preço do petróleo, e sugere que sua determinação baseia-se em uma gama de fatores tais como:

- preços praticados pela OPEP,
- preços presentes e futuros,
- preço de venda governamental,
- preço de recompra,
- preços oficiais fora da OPEP entre outros, caracterizando o funcionamento deste mercado como sendo um emaranhado de ações econômicas e geopolíticas.

Com base no exposto acima, este trabalho pretende cobrir uma lacuna na economia da energia, pois visa fazer uma mensuração de elementos do setor petrolífero, principalmente a variação de preços, sobre a atividade econômica.

Objetivos

O objetivo geral é analisar os impactos do preço internacional do petróleo na atividade econômica.

Partindo da premissa de que o preço do petróleo está, hora em patamares superestimados, hora em patamares subestimados, pode se inferir que seu preço não atende ao preço de equilíbrio de mercado, bem como não condiz com o conceito de racionalidade econômica dos agentes, pregada entre os neoclássicos⁷, sendo sim uma estrutura que perpassa a lógica econômica, resultante de interesses dos agentes e relações geopolíticas conturbadas entre os países detentores de reservas significativas, produtores e consumidores.

Os objetivos específicos são:

- a) Levantar, no campo da teoria microeconômica, as principais variáveis explicativas para entender como ocorre a formação e a determinação do preço internacional do petróleo, e dentro de sua precificação, entender a relevância dos aspectos econômicos e geopolíticos em âmbitos nacionais e internacionais. Nesse caso, será analisada a

⁷ Equilíbrio de mercado e racionalidade econômica entendidos como pressupostos utilizados na abordagem neoclássica tradicional nas análises do comportamento do consumidor e do produtor na teoria microeconômica.

hipótese do estabelecimento de um “*mark up*”, segundo a visão proposta por Kalecki;

- b) Qualificar teoricamente os impactos do preço do petróleo, enquanto insumo essencial para a dinâmica capitalista e desenvolvimento econômico;
- c) Formular modelos econométricos capazes de captar a evolução do preço do petróleo no longo prazo e aplicar metodologia proposta por Granger para verificação de causalidade entre preço do petróleo e a atividade econômica.

Hipóteses da pesquisa

A hipótese a ser testada é:

O preço internacional do petróleo apresenta:

- a) Influência significativa sobre a economia mundial, e;
- b) Pouca influência sobre o mercado nacional.

Representado como:

$$H_o : \begin{cases} \text{petróleo} \rightarrow \text{economia mundial;} \\ \text{petróleo} \nrightarrow \text{economia nacional.} \end{cases}$$

A hipótese foi formulada levando-se em consideração que grande parcela do produto nacional bruto mundial é formada pelos principais países desenvolvidos mais a China⁸, ou seja, os que necessitam de volumosos insumos energéticos e não energéticos para manter o crescimento e desenvolvimento econômico. Ademais, foi considerado o petróleo pelo fato dele ser o principal insumo energético mundial⁹.

No caso brasileiro, considerou-se que o consumo por este insumo, apesar de significativo, tem um impacto menor dada a grande oferta interna de energia hidráulica e oriunda de biomassa e cana-de-açúcar¹⁰.

⁸ Consultar anexo 4.

⁹ Consultar tabela I.1.

¹⁰ Consultar tabela I.2.

Metodologia

Para a realização da pesquisa, será feito, em primeiro lugar, um levantamento do que é petróleo, como ocorre sua formação, e principalmente sua contextualização histórica, apontando inclusivamente o cenário internacional, a partir dos anos 1960 com a formação da OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo) e seus desdobramentos verificados na economia mundial pós anos 1970.

Em segundo lugar, será realizada uma discussão da lógica do padrão de produção capitalista e a problemática da sua expansão, pautada pela finitude dos recursos naturais, como é o caso do petróleo.

Essas duas etapas serão fundamentais para dar o embasamento teórico e histórico necessários para compreender a determinação mundial do preço do petróleo, procurando na medida do possível, inferir seus desdobramentos e limites de crescimento na economia internacional e brasileira.

Nesse caso, busca-se projetar tendências e expectativas futuras desse mercado, não tentando estimar um preço futuro, mas sim demonstrar como os preços internacionais do petróleo tendem a evoluir e impactar a atividade econômica. Entendida essa dinâmica e relação entre a precificação do petróleo e impactos na economia, irá se buscar desenvolver um modelo que tente explicar estatisticamente a relevância dos impactos e em que medida eles ocorrem. Como a determinação de modelos ocorre com estimativas de dados presentes e passados, geralmente seus resultados distanciam-se dos esperados¹¹. A previsão é trabalhosa e muitas vezes ingrata. Então, com conhecimento deste ponto, será analisado este mercado observando sua evolução e as lições que o mundo absorveu dos dois choques do petróleo na década de 1970 e demais fatores pertinentes. Nesse caso entende-se que os resultados serão os mais próximos possíveis à dinâmica da evolução desse mercado.

Por fim, são apresentadas as conclusões do trabalho.

Informações complementares, para o tratamento de dados estatísticos serão levantadas, além da bibliografia, principalmente junto às instituições:

¹¹ A idéia de propor estimativas seguras para esse mercado foi objeto de pesquisa de muitos atores, entre eles, podemos citar Galindo e Pelin.

- *Beyond Petroleum*¹² – BP;
- *Energy Agency Administration/ United States Departamento of Energy* (EIA/ USDOE) – EIA/ USDOE;
- *Economic Research Service/ United States Department of Agriculture* – ERS/ USDA;
- Fundo Monetário Internacional – FMI;
- *International Energy Agency* – IEA;
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA Data;
- Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE;
- Organização dos Países Exportadores de Petróleo – OPEP.

Para o tratamento das séries temporais será utilizado principalmente o *software* econométrico E-VIEWS, versão 5.0.

¹² No ano 2000, dois anos após a fusão da *Brithish Petroleum* (BP) com a Amoco, ela passa a se chamar *Beyond Petroleum*. Apesar da mudança, somente o seu logo sofre alterações no ano de 2004 e a empresa continua sendo mais conhecida como sempre o fora, apenas com as siglas BP.

1. INDÚSTRIA PETROLÍFERA

“Petróleo, o melhor negócio do mundo.”

John D. Rockefeller. Fundador da Standard Oil, primeiro truste petrolífero.

Neste primeiro capítulo, serão levantadas bases teóricas e históricas fundamentais para dar o embasamento necessário à discussão nuclear deste trabalho – Indústria Petrolífera e Dinâmica Capitalista: Análise dos impactos do petróleo no mercado nacional.

Será caracterizado primeiramente o que é petróleo, seu surgimento, como se sucede sua exploração, suas formas de utilização, importância para os diversos países que dependem dele e salientando o porquê de ser um recurso hoje indispensável para a atividade econômica.

A seguir, situar-se-á o tema historicamente, objetivando mostrar a partir de quando ele passa a ser economicamente importante para os países, além do papel da OPEP desde a sua criação na década de 1960, sua influência nas crises dos anos 1970 e seus desdobramentos a partir de então, chegando até os dias atuais¹³.

1.1 - O que é petróleo

Petróleo, em sua forma natural, é uma substância líquida, oleosa, com cheiro característico, menos denso que a água, com coloração oscilando do negro ao castanho claro, composta por moléculas de carbono e hidrogênio, denominadas hidrocarbonetos, onde sua representação genérica pode ser feita através da expressão C_nH_n .

Existem duas teorias que explicam sua origem: A teoria de origem inorgânica e a de origem orgânica.

A teoria de origem inorgânica, defendida por Mendeleiev, Marcellin Berthelot e Henri Moissan, sustenta que o petróleo é formado por processos não biológicos na crosta e no manto terrestre a partir de carburetos (de alumínio, cálcio e outros) que,

¹³ É importante salientar que os assuntos tratados o serão de maneira simplificada e sintética, uma vez que o objetivo é situar o leitor da importância do objeto de pesquisa para dar embasamento aos estudos econométricos do impacto do preço do petróleo na economia nacional, ponto relevante neste trabalho.

decompostos pela ação da água (hidrólise), deram origem a hidrocarbonetos como metanos, alcenos e etc., os quais, sob pressão, teriam sofrido polimerização (união de moléculas idênticas para formar uma nova molécula mais pesada) e condensação, dando origem ao petróleo (NOVA ENCICLOPÉDIA BARSA, 1998: v.11, p. 298).

Por sua vez, a teoria de origem orgânica¹⁴, mais nova que a primeira, defende que o petróleo foi formado ao longo do tempo pela ação do calor, pressão sob substâncias orgânicas que se depositaram nos fundos dos oceanos a milhões de anos.

Sua formação se dá em rochas-matrizes ou geradora, que posteriormente migra no sentido de mais baixa pressão, ficando retidos em camadas impermeáveis, acima da água e abaixo do gás, decorrente das densidades dos três componentes, ficando armazenados em espaços vazios de rochas impermeáveis conhecido como rochas sedimentares. Na figura 1.1, pode-se observar um modelo de reservatório de petróleo.

Figura 1.1: Modelo de reservatório de petróleo¹⁵

FONTE: CANUTO, J.R. **Petróleo.** In: Geociência

¹⁴ Geólogos, engenheiros, pesquisadores e etc. reconhecem, em sua grande maioria apenas a formação orgânica do petróleo, entretanto, segundo DEFEO (2002), se aceita que uma parcela mínima do petróleo mundial (da ordem de 1%) possa ter sido gerada de maneira inorgânica.

¹⁵ Essa figura é utilizada de maneira meramente ilustrativa, uma vez que a disposição da reserva pode ocorrer de maneira diferenciada da ilustração.

O conceito apresentado na figura 1.1 é importante, pois a correta delimitação de áreas economicamente viáveis de perfuração para descoberta de petróleo é feita por geólogos em áreas constituídas por rochas sedimentares. O processo de pesquisa é a primeira etapa a constituir parte do custo e, conseqüentemente, do preço do petróleo. Após essa etapa ainda se podem identificar pelo menos mais cinco fatores que influem nos custos do petróleo, os processos de:

- Produção;
- Refino;
- Transporte;
- Distribuição, e;
- Comercialização.

Além destas etapas, ainda se podem citar características físicas que também influenciam o preço do petróleo, que são:

- Densidade: petróleo leve ou pesado;
- Fluidez: relacionada aos índices de cera que na extração podem bloquear o tubo extrator;
- Acidez: o alto índice de acidez compromete a qualidade do petróleo, desvalorizando-o, além de provocar, eventualmente, a corrosão dos tubos extratores;
- Viscosidade: análise feita a partir do índice de enxofre. Quando este é baixo chama-se o petróleo de *sweet* e, quando alto, chama-se de *sauer*.

Além do seu processo de produção, a interação entre os fatores políticos, os produtores e os consumidores afeta o processo final de determinação do preço de petróleo. Isto é particularmente importante para os países, principalmente os desenvolvidos, interessados na grande diversidade de produtos obtidos a partir de sua cadeia produtiva, por suas características e potencialidades energéticas e caloríficas.

1.2 - História do petróleo

O petróleo, segundo estudos arqueológicos e documentos do Antigo Testamento, é conhecido desde a antiguidade, utilizado há quase 5.000 a.C. para

embalsamar corpos de faraós e como argamassa em construções na Mesopotâmia. (BARSA, 1998: v. 11 e SIQUEIRA, 2003: 115).

Entretanto, ele ficou praticamente esquecido e inexplorado durante um longo período de tempo, até a descoberta de seu primeiro subproduto de interesse comercial, patenteado com o nome de querosene e utilizado como importante fonte energética para embeber os pavios das lamparinas usadas na iluminação (MARINHO JR., 1989: 15).

A partir desse marco, segundo MARINHO JR. (1989: 14), foi organizada a Seneca Oil Co., em 1858, sob supervisão do “coronel” Edwin Laurentine Drake, tendo seu ápice a descoberta de petróleo em quantidade comercial em Lutsville, Pensilvânia no dia 27 de agosto de 1859.

Como observa SIQUEIRA (2003: 117), a partir de então, a indústria petrolífera começou a se desenvolver, sendo obtido outro marco, menos de uma década depois. Em 1867 por John Rockefeller cria a Standard Oil, empresa que dominaria praticamente a produção, refino, transporte e a comercialização do produto, chegando a deter, em 1891, um quarto da produção de óleo bruto nos Estados Unidos. Essa ascensão propiciou inclusive a exportação do excedente de querosene para a Europa, respondendo por quase 90% das exportações.

Essa vertiginosa expansão chegou ao ponto de comprometer a livre concorrência no mercado, levando a Suprema Corte Americana determinar a dissolução da *holding*¹⁶, objetivando restabelecer o equilíbrio de mercado.

Segundo SIQUEIRA:

Foi da decisão da Suprema Corte Americana que sobreveio a cisão da Standard Oil em várias companhias regionais, dentre elas a Standard Oil of New Jersey, que anos após passou a utilizar o nome empresarial Exxon; a Standard Oil of New York, depois denominada Móbil; a Standard Oil of California, depois conhecida por Chevron, dentre outras. (SIQUEIRA, 2003: 18).

Na Europa, por sua vez, com a união em 1907 da Royal Dutch (constituída em 1880) com a Shell¹⁷ formou um conglomerado que passou a dominar o mercado

¹⁶ Segundo SANDRONI (2001), as *holding* em geral não são empresas produtoras de mercadorias ou serviços, destinando-se apenas a centralizar e realizar o trabalho de controle sobre um conjunto de empresas geralmente denominadas subsidiárias, ao qual a *holding* é detentora majoritária da demais.

¹⁷ A Shell – Shell Trading & Transport CO. – era na época uma empresa tradicional inglesa que originalmente tinha sido constituída para comercializar e transportar conchas.

internacional, juntamente com as companhias originadas na cisão da Standard Oil. (SIQUEIRA, 2003:188 e MARINHO JR., 1969 e 1989).

Em 1890, a Royal Dutch produzia 42 mil toneladas de petróleo por ano. Com a união da Royal Dutch com a Shell em 1907, e tendo a Marinha Britânica como cliente cativo, em 1929 a Royal Dutch produzia e transportava 25 milhões de toneladas de petróleo. Um feito excepcional dado o fato de ela ter aumentado sua produção e comercialização num espaço de 39 anos em cerca de 24 milhões de toneladas de petróleo. Isto se deve basicamente a três fatores, “resolvidos” a partir desta união: (i) porque a Royal Dutch não tinha navios para transportar o petróleo produzido (ii) os tambores (barris) da Shell facilitaram problemas de tancagem, fazendo os custos de transporte baixar, (iii) a Shell conseguiu permissão das autoridades do canal de Suez permitindo ao seu petroleiro Murex atravessar o canal, baixando também os custos dos fretes de transporte, uma vez que o petróleo produzido anteriormente necessitava dar a volta pelo cabo de Boa Esperança.

Assim como as companhias geradas a partir de cisão da Standard Oil, a companhias européias também “apresentavam a característica de terem iniciado suas atividades no segmento de refino, transporte e distribuição, dirigindo depois seus investimentos para a exploração e produção em áreas que fossem de seus países de origem ou que apresentassem baixos custos de extração” como aponta SIQUEIRA (2003: 118). Essas empresas apresentavam, assim, configuração verticalizada, ou seja, uma forma de concentração em que as empresas operavam em diferentes níveis da mesma produção, mantendo entre si relações comerciais, nas qualidades de comprador, vendedor e ou prestador de serviços, sendo exemplos a Exxon, Móbil Oil, Chevron, Royal Dutch, Shell, Gulf Oil, Texaco e British Oil.

O crescimento do mercado americano estimulou a atividade econômica em diversos setores, entre eles a implantação do mercado automobilístico, fato significativo para a demanda por derivados do petróleo, combustível que se mostrou adequado à tecnologia de motores a combustão interna, por ser líquido, com alto poder calorífico¹⁸ e fácil manejo.

¹⁸ É importante lembrar que foram com o advento da utilização da tecnologia nos processos produtivos e a invenção da máquina a vapor com seu poder calorífico na geração de energia, alguns dos fatores propícios para a Revolução Industrial Inglesa, nos séculos XVIII e XIX, sendo a Revolução Industrial por sua vez, um dos fatores na difusão do modo de produção capitalista.

A primeira guerra mundial representou o ápice segundo SIQUEIRA (2003: 119) “da dependência econômico-social do petróleo”, quando as máquinas de guerra sofriam com a escassez de petróleo.

Segundo YERGIN (1992: 172), ocorreu em 1918, uma conferência nomeada Conferência do Petróleo Interaliada, entre os Estados Unidos, Inglaterra, França e Itália objetivando coordenar e controlar os suprimentos e estoques de petróleo.

O problema de escassez e as características do petróleo transformaram-no em um importante insumo não só mais energético, mas acima de tudo estratégico, propiciando após o término da conferência de 1918 uma busca por novas reservas, sendo em 1928 descobertos grandes campos no Iraque, México, Rússia e no Estado do Texas nos Estados Unidos. No mesmo ano, segundo SIQUEIRA (2003: 119) foi firmado um documento conhecido como Acordo de Achnacarry, onde a produção internacional passava a ser controlada e passava a existir segundo MARINHO JR (1989: 17) um sistema de preço de referência nas negociações.

Segundo YERGIN (1992: 262) “as companhias de petróleo só poderiam elevar a produção, caso também aumentasse a demanda”. Também foi estabelecido um sistema de preços e neste momento “implementada uma política de racionalização, produção e comércio no mercado internacional”.

Como se observa em DUTRA e CECCHI (1998: 24-25), foram firmados ainda outros documentos como o Acordo de Londres, em 1934, que previa o “controle de produção de sete companhias petrolíferas, com o objetivo de equilibrar a relação entre oferta e demanda”. As sete companhias contratantes desse encontro ficaram conhecidas como as Sete Irmãs, constituída pela Exxon, Shell, Mobil Oil, Anglo-Persian¹⁹, Socal, Texaco e Gulf Oil.

O acordo, segundo MARINHO JR. (1989: 35) previa assegurar que as novas reservas no Oriente Médio permanecessem sob controle das companhias fortes de capital norte-americano, inglês e holandês.

Para SIQUEIRA (2003: 121), “a importância do Oriente Médio no cenário mundial tornou-se evidente por ocasião da segunda guerra mundial”, o que persiste ainda nos dias atuais como sendo os principais produtores e não mais os Estados Unidos como outrora foi.

¹⁹ Companhia que conquistou posição monopolista na Mesopotâmia às vésperas da primeira guerra mundial, e grande expansão no pós-guerra (MARINHO JR, 1989: 35).

Em 1959, realizou-se no Cairo o Congresso Árabe do Petróleo, cujo objetivo foi uniformizar a posição dos países produtores a respeito das concessões outorgadas às companhias internacionais. Este congresso, segundo SIQUEIRA (2003: 121), possibilitou a criação, em 1960, da OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo), que passava a representar, “perante as companhias internacionais” os interesses dos países da organização. Arábia Saudita, Kuwait, Iraque, Irã e Venezuela²⁰.

A partir desse momento temos uma nova configuração internacional, transformando o petróleo num objeto de disputa voraz, como ainda não tinha se observado na história do mundo.

1.3 – O petróleo no contexto internacional pós 1970

Com a criação da OPEP, a posição dos Estados Unidos como maior produtor é superada pelos países membros da OPEP, que segundo YERGIN (1992: 541) passaram a responder nesse ano “por mais de 80% das exportações mundiais de petróleo bruto”.

Essa posição fica evidente nos anos 1970, quando o Oriente Médio é considerado o centro mundial fornecedor de petróleo, onde os custos estavam mais baixos do que no México e Venezuela, dois importantes produtores.

Nesse momento, o mundo capitalista estava no final de uma trajetória de grande expansão. Segundo BRENNER (2003: 47) o mundo vivia uma “expansão econômica sem precedentes” no período pós segunda guerra, sustentando altas taxas de lucros, que por sua vez, “mostraram-se fundamentais acima de tudo porque possibilitaram a essas economias gerarem superávits relativamente grandes por meio da utilização de quantidades fixas de instalações e equipamentos (estoque de capital)”. Esse cenário possibilitou uma manutenção de altos níveis de investimentos, sustentando um rápido crescimento da produtividade.

Para BRENNER (2003: 48), “a sustentação de altas taxas de lucro proporcionou um ambiente de negócios em geral excelente por toda a maior parte das duas primeiras décadas pós-guerra, [...] incentivando uma rápida acumulação de capital”.

²⁰ A Venezuela, apesar de não estar localizado no Oriente Médio e sim na América Latina, apresentava lugar de destaque na produção desde a década de 1930 e tinha objetivos parecidos se opondo as grandes empresas internacionais.

Entretanto, esse longo período de expansão mundial cessa no início da década de 1970, começando precisamente em 1973, um longo período de estagnação da economia mundial (BRENNER, 2003)²¹.

Para BRENNER (2003), essa inversão de tendência de crescimento e conseqüente estagnação estão pautadas principalmente nos motivos:

- Excesso da capacidade produtiva; e
- Crise da lucratividade mundial.

O conjunto desses dois motivos criou uma imediata e quase universal reação dos produtores, tentando reduzir seus custos diretos e indiretos de mão-de-obra, como forma de retomar seus lucros.

Nas figuras 1.2 e 1.3 observa-se, até o estopim da crise, um vertiginoso crescimento da demanda, acompanhada de uma tímida elevação da produção de fontes alternativas de energia, problema praticamente inexistente até a elevação dos preços mundiais do petróleo em 1973 e posteriormente em 1979 pela OPEP.

²¹ Para maiores detalhes sobre a inversão na tendência do crescimento econômico, consultar BRENNER, 2003.

Figura 1.2: Evolução do preço nominal mundial do barril de petróleo

NOTA: Linha Vermelha – Preço Oficial do Petróleo tipo Árabe Leve; Linha Azul – Preço referente ao custo de refino do Petróleo Importado Cru.

FONTE: Annual Oil Market Cronology, EIA – 2008, Disponível em <http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/AOMC/Overview.html>, acesso em 04/04/09.

Figura 1.3: Evolução do preço real mundial do barril de petróleo

NOTAS: Linha Azul, Preço Oficial do Petróleo tipo Árabe Leve; Linha Vermelha, Preço referente ao custo de refino do Petróleo Importado Crú. Preço deflacionado pelo Produto Nacional Bruto Americano. Base no Preço do Barril do Petróleo no ano de 2008.

FONTE: Annual Oil Market Chronology, EIA – 2008, Disponível em <http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/AOMC/Overview.html>, acesso em 04/04/09.

Observa-se nas figuras 1.2 e 1.3 uma elevação do preço do barril²² de petróleo no ano de 1973 devido ao começo do embargo de petróleo entre outubro de 1973 e março de 1974. Posteriormente, em 1979, a elevação do preço ocorre por causa do decréscimo na produção iraniana, agravada posteriormente pela revolução iraniana e queda do governo Shah, forçando os países membros a aumentarem o preço em 14,5%, em abril daquele mesmo ano. (ANNUAL OIL MARKET CHRONOLOGY, EIA, 2008).

Pode-se inferir que naquele momento, a crise do petróleo foi mais desastrosa para os países em desenvolvimento, uma vez que os países desenvolvidos, em particular, os Estados Unidos, transferiram parte significativa dos custos do déficit externo elevado, através do governo de Ronald Reagan, desregulamentando a economia, visando equilibrar poupança e gastos do governo por um lado (SIQUEIRA, 2003: 123), e por outro, com a elevação da taxa de juros norte-americana realizada por Paul Volcker, objetivando diminuir a base monetária, diminuir a inflação e captar recursos no mercado internacional em detrimento dos países em desenvolvimento endividados. (EICHENGREEN, 2000: 195).

Este cenário “força” a maioria dos países, entre eles o Brasil, a orientar pesquisas voltadas para o desenvolvimento de fontes renováveis de energia, sendo o Programa Nacional do Álcool brasileiro, conhecido como Proálcool, um dos mais proeminentes na época. Como exemplo, teve ainda os programas: energético nuclear alemão, hoje praticamente desativado, e o francês ainda em operação.

Paralelamente, segundo SIQUEIRA (2003: 122-123), temos nos anos 1980 privatizações de companhias estatais, movimento proposto por Margaret Thatcher na Inglaterra, mudando a filosofia de intervenção econômica baseado em teorias keynesianas em detrimento de políticas neoliberais. Para SIQUEIRA “o programa da “chamada dama de ferro” (privatização) introduziu concorrência no mercado” nas áreas onde o Estado inglês tinha mais gastos, entre os quais podemos citar: habitação, produção de aço, geração de eletricidade, transporte e claro, os de petróleo e gás. À medida que os Estados passam a deixar de gerir e executar políticas públicas em vários setores, eles passam a regular e regulamentar, de um modo geral independentemente do país, os setores passados à iniciativa privada.

²² O barril de petróleo corresponde ao volume de 159 litros do produto.

Essas políticas de cunho neoliberal entram definitivamente nas agendas das economias capitalistas na década de 1990, principalmmmete após duas décadas de fraco desempenho das economias mundias orientadas sob políticas intervencionistas de cunho Keynesiano. Ocorre segundo SIQUEIRA (2003: 123) o “afastamento do Estado do papel de agente econômico, para atuar como agente normatizador das atividades econômicas, e no qual o desenvolvimento se associa ao capitalismo internacional e se implanta a liberalização dos mercados”, cenário observado claramente nos dias atuais.

Atualmente, a OPEP continua administrando a demanda de petróleo no mundo e é composta hoje por treze países, a grande maioria do Oriente Médio, listados na tabela 1.2.

Tabela 1.1: Membros da OPEP

Região/ País	Membro desde
África	
Angola	<i>Janeiro de 2007</i>
Argélia	<i>Julho de 1969</i>
Líbia	<i>Dezembro de 1962</i>
Nigéria	<i>Julho de 1971</i>
América do Sul	
Venezuela	<i>Setembro de 1960</i>
Equador	<i>1973 até 1992. Retornou em dez. de 2007</i>
Sudeste Asiático	
Indonésia	<i>Dezembro de 1962</i>
Oriente Médio	
Arábia Saudita	<i>Setembro de 1960</i>
Emirados Árabes Unidos	<i>Novembro de 1967</i>
Irã	<i>Setembro de 1960</i>
Iraque	<i>Setembro de 1960</i>
Kuwait	<i>Setembro de 1960</i>
Qatar	<i>Dezembro de 1961</i>
Ex-Membros	
Gabão	<i>1975 até 1994</i>

FONTE: Wikipédia, 2009.

As maiores reservas do mundo estão na Arábia Saudita, Canadá, Irã, Iraque e Kuwait. Na América do Sul, o Brasil, ocupa posição privilegiada, possuindo a segunda maior reserva depois apenas da Venezuela, como se observa na tabela 1.2.

Tabela 1.2. Principais reservas mundiais de petróleo no ano de 2008

Rank	País	Reservas em Bilhões de Barris
1	Arábia Saudita	264.3
2	Canadá	178.6
3	Irã	138.4
4	Iraque	115.0
5	Kuwait	101.5
6	União dos Emirados Árabes	97.8
7	Venezuela	87.0
8	Rússia	60.0
9	Líbia	41.5
10	Nigéria	36.2
16	Brasil	12.2

NOTA: É importante salientar que as agências de estatísticas, principalmente as internacionais, têm sido bastante conservadoras ao lidar com as reservas brasileiras, uma vez que, principalmente, com a descoberta da Bacia de Santos eles inevitavelmente tiveram um grande incremento. Entretanto, a mensuração ainda não é confiável e as reservas brasileiras neste momento estão subestimadas.

FONTE: International Energy Outlook 2008, EIA, 09/2008.

Na figura 1.4, observa-se que a evolução das reservas ao longo dos anos tem aumentado.

Figura 1.4: Evolução das reservas mundiais de petróleo entre 1980-2007 em bilhões de barris (BB)

FONTE: Oil & Gás Journal, *apud* EIA, 2006.

Por sua vez, na figura 1.5 é possível visualizar a distribuição geográfica das reservas, corroborando o fato das regiões produtoras estarem em lugar diferente das grandes regiões consumidoras.

Figura 1.5: Reservas provadas²³ de petróleo por região geográfica no ano de 2007

FONTE: Worldwide Look at Reserves and Production,” Oil & Gas Journal, Vol. 105, No. 48 (December 24, 2007), pp. 24-25, *apud* International Energy Outlook 2008, EIA, 09/2008.

Na figura 1.6, se tem a evolução da produção entre 1973-2006 dos principais produtores de petróleo:

Figura 1.6: Produção mundial de petróleo cru, 1973-2008 em milhões de barris por dia (MBPD)

²³ De acordo com a PORTARIA ANP no. 9 (2000), as reservas podem ser classificadas em três categorias: Reservas Possíveis, Provadas e Prováveis, sendo que a soma das três são denominadas Reservas Totais. As Reservas Possíveis são “Reservas de petróleo e gás natural cuja análise dos dados geológicos e de engenharia indica uma maior incerteza na sua recuperação quando comparada com a estimativa de reservas prováveis”. As Reservas Provadas são “Reservas de petróleo e gás natural que, com base na análise de dados geológicos e de engenharia, se estima recuperar comercialmente de reservatórios descobertos e avaliados, com elevado grau de certeza, e cuja estimativa considere as condições econômicas vigentes, os métodos operacionais usualmente viáveis e os regulamentos instituídos pela legislações petrolífera e tributária brasileiras”. E por último, as Reservas Prováveis são “Reservas de petróleo e gás natural cuja análise dos dados geológicos e de engenharia indica uma maior incerteza na sua recuperação quando comparada com a estimativa de reservas provadas”

FONTE: Monthly Energy Review, EIA, 03/2009.

Nas tabelas 1.3 e 1.4 observam-se os maiores produtores e exportadores, e os principais consumidores e importadores de petróleo respectivamente.

Tabela 1.3: Principais produtores e exportadores mundiais de petróleo no ano de 2007 (MBPD)

Rank	País	Produção	País	Exportação
1	Arábia Saudita	10.248	Arábia Saudita	8.038
2	Rússia	9.874	Rússia	7.054
3	Estados Unidos	8.457	União dos Emirados Árabes	2.507
4	Irã	4.034	Noruega	2.340
5	China	3.912	Irã	2.326
6	México	3.500	Kuwait	2.291
7	Canadá	3.422	Nigéria	2.082
8	União dos Emirados Árabes	2.948	Venezuela	1.960
9	Venezuela	2.670	Algéria	1.907
10	Kuwait	2.616	Angola	1.711
11	Noruega	2.565	Líbia	1.584
12	Nigéria	2.353	Iraque	1.501
13	Brasil	2.250	México	1.381
14	Algéria	2.174	Casaquistão	1.213
15	Iraque	2.097	Canadá	1.058

FONTE: Energy Information Administration – Country Energy Profiles 2008. Disponível em <http://tonto.eia.doe.gov/country/index.cfm>. Acesso em 05/06/2009.

Tabela 1.4: Principais consumidores e importadores mundiais de petróleo no ano de 2007 (MBPD)

Rank	País	Consumo	País	Importação
1	Estados Unidos	20.680	Estados Unidos	12.224
2	China	7.565	Japão	4.874
3	Japão	5.007	China	3.653
4	Rússia	2.820	Alemanha	2.310
5	Índia	2.800	Coréia do Sul	2.184
6	Alemanha	2.456	Índia	1.919
7	Brasil	2.400	França	1.879
8	Canadá	2.364	Espanha	1.583
9	Coréia do Sul	2.214	Itália	1.533
10	Arábia Saudita	2.210	Taiwa	967
11	México	2.119	Cingapura	907
12	França	1.950	Holanda	901
13	Reino Unido	1.740	Turquia	645
14	Irã	1.708	Bélgica	617
15	Itália	1.702	Tailândia	607

FONTE: Energy Information Administration – Country Energy Profiles 2008. Disponível em <http://tonto.eia.doe.gov/country/index.cfm>. Acesso em 05/06/2009.

Entre os maiores consumidores e importadores, se destacam os Estados Unidos, China e Japão. É importante destacar que os Estados Unidos consomem cerca de 20% do petróleo mundial, sendo de longe o maior consumidor por causa do tamanho da economia americana. A China, atual segunda colocada, ainda está em plena expansão, uma vez que depende de importações para seu pleno abastecimento de seu mercado interno. Já o Japão, é altamente dependente do consumo e importação de fontes de energia, principalmente o petróleo primeiro pela sua elevada atividade econômica e segundo devido ao Japão ser um país pequeno, com severas limitações de recursos passíveis de serem utilizados no abastecimento energético.

Observa-se que as preocupações dos países desenvolvidos estão voltadas para: primeiramente a redução da dependência do petróleo e depois para a redução da dependência do petróleo do Oriente Médio, e para isso tem buscado estimular o advento de fontes alternativas de energia, e a produção em outras áreas, para enquanto a primeira não se consolida, garantir a segurança mundial do fornecimento. Entretanto, apesar de tal preocupação, o consumo de petróleo dos países desenvolvidos, como apresentado na tabela 5, ainda é extremamente elevada.

Segundo SIQUEIRA (2003: 125), existem regiões promissoras para substituição do petróleo do Oriente Médio, dentre as quais se podem destacar: “Rússia, grande exportadora para os Estados Unidos, os países do Mar Cáspio, como Azerbaijão, Cazaquistão e Turcomenistão, além da África”.

O petróleo, sem dúvida alguma, é um instrumento que mobiliza politicamente as sociedades. Sua disputa, cada vez mais acirrada, e claramente evidenciada pela recente invasão do Iraque, segunda maior reserva e alvo de cobiça entre as grandes empresas petrolíferas americanas e inglesas, pelos Estados Unidos em 2003.

Observa-se, contudo algumas mudanças estruturais. Primeiramente, esse mercado foi controlado por grandes empresas americanas e inglesas respectivamente. Apesar de tais empresas não terem deixado de existir, hoje o mercado é controlado basicamente por países, e o principal exemplo disso são os países membros da OPEP. Ou seja, o controle do mercado basicamente passou da iniciativa privada para a iniciativa pública.

Verifica-se que, apesar dos Estados Unidos ser o país que mundialmente mais consome petróleo, a China vem logo em seguida, e com o crescimento acelerado do Produto Nacional Bruto chinês, o consumo está em plena expansão.

Hoje, o consumo chinês é de seis e meio milhão de barris por dia, e sua frota de automóveis e caminhões é de vinte milhões. Segundo Samuelson (2005), sua frota em 2020, considerando seu rápido crescimento, será provavelmente de cento e vinte milhões de carros e caminhões, sem considerar os outros setores em que o petróleo é necessário, já se tem uma idéia do impacto gerado pelo grande incremento da demanda de petróleo que se fará necessária nesse cenário, sem mencionar as problemáticas decorrentes da complexa relação geopolítica presente.

Samuelson (2005) alerta que a solução para os americanos, já que necessitam do petróleo estrangeiro, seria importar volumes cada vez maiores, possibilitando que parte da importação fosse estocada e parte utilizada no suprimento de suas necessidades, diminuindo o risco de desabastecimento.

A explicação básica para isso seria garantir o abastecimento em situações emergências, como no caso do Furacão Katrina ou simplesmente deixar de sofrer os impactos da alta volatilidade que o preço apresenta. Como exemplo tem o preço do barril de petróleo acima da casa dos US\$ 100,00 em 2008 e atualmente, principalmente por causa da recessão mundial originada na crise imobiliária americana e colapso de algumas instituições financeiras, está na casa dos US\$ 61,50²⁴.

²⁴ Cotação do dia 14/07/2009. Fonte: Bloomberg.com, *Market Data: Commodities, energy prices*, disponível em <http://www.bloomberg.com/markets/commodities/energyprices.html>, acesso em 14/07/2009.

2. DINÂMICA CAPITALISTA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

“A sociedade é mais do que uma reunião de indivíduos. É uma reunião de indivíduos entre os quais existem certas relações definidas e mais ou menos estáveis. A forma da sociedade é determinada pelo caráter e forma dessas relações.”

Paul M. Sweezy.

Teoria do Desenvolvimento Capitalista.

Este capítulo abordará a relação entre a dinâmica capitalista e o crescimento e desenvolvimento econômico sustentável.

O padrão de produção e consumo pós-revolução industrial, estabelecido durante o século XX levanta a preocupação quanto à disponibilidade futura de níveis adequados de recursos naturais. Dentre os principais produtos que ocasionam preocupação, estão os energéticos, podendo, ser elencados como recursos de primeira grandeza para a atividade econômica, sendo atualmente o mais importante o petróleo. Entretanto, a lógica da dinâmica capitalista é sempre buscar maior expansão e gerar lucros cada vez maiores, prática incompatível no longo prazo, uma vez que o planeta Terra, bem como seus recursos disponíveis são finitos. Apesar de opiniões divergentes quanto a esta teoria como a de LOMBORG (2002), a maioria dos estudiosos e pesquisadores concordam com isto, dentre os quais se pode destacar MEADOWS, RANDERS & MEADOWS (1973 e 2004).

2.1 – Análise dos recursos naturais

Os recursos naturais podem ser agrupados de duas maneiras: elementos tangíveis (água potável, solo, recursos minerais etc); e intangíveis (ar, água dos mares, grãos de areia e etc.), resultantes de ciclos naturais do planeta terra que podem durar desde alguns anos, até algumas centenas de anos para se formarem, podendo ser economicamente exploradas por um país.

Eles podem ser classificados como renováveis e não-renováveis, sendo o critério de avaliação o horizonte temporal do ser humano. (SILVA, 2003: 34). Quando se observa este critério, se pode classificar o petróleo, objeto de estudo, como sendo um recurso não-renovável, pois a sua formação depende de condições

propícias ao longo de milhares de anos, de acordo com a teoria da origem orgânica do petróleo.

Os recursos naturais já exerciam um papel importante na análise econômica, dentre os quais se podem relacionar as “teses dos fisiocratas, da segunda metade do século XVIII, sobre a origem agrária do excedente”; no século XIX “pelo desequilíbrio entre crescimento populacional e a oferta de alimentos (Thomas Malthus)”; pela “redução da produtividade do trabalho agrícola – por escassez de terras férteis” (David Ricardo); e na análise de Jevons, na segunda metade do século XIX, que estava preocupado “com o uso indiscriminado do carvão mineral na Inglaterra”. (SILVA, 2003: 33).

Pode-se incluir ainda, segundo SILVA (2004: 16), John S. Mill, em *Princípios de Economia Política* de 1848, em que sugeria o estado estacionário do estoque de capital e da população como solução à impossibilidade do crescimento ilimitado.

Entretanto, foi somente na década de 1960 que a questão ambiental recebeu seu devido valor e entrou definitivamente no campo de pesquisa dos economistas:

As projeções catastróficas acerca da finitude dos recursos naturais evidenciaram a falta de atenção aos aspectos ecológicos dos modelos econômicos. Autores como Kenneth Boulding (*The Economics of the Coming Spaceship Earth*, 1966), Herman Daly (*On Economics as a life Science*, 1968) e Nicholas Georgescu-Roegen (*The Entropy Law and the Economic Process*, 1971) foram os precursores dessa “ecologização” da economia, que por sua vez assumia um caráter cada vez mais científico, no sentido de tornar-se uma ciência exata. (LUSTOSA, MAY & VINHA, 2003: XI).

Apesar de todos os estudos acima listados, principalmente os dos anos 1960, somente na década de 1970, com a publicação do livro *Limites do Crescimento*²⁵, pesquisa promovida pelo Clube de Roma²⁶, coordenada por D. H. Meadows, é que o assunto ganha grande força no debate econômico internacional.

Como se observa em SILVA (2003: 34), complementado por SILVA (2004: 4) e já apontado acima por LUSTOSA, MAY & VINHA (2003: XI), esse debate ganha força inclusive pelo uso de análises microeconômicas neoclássicas, baseados em modelagens matemáticas, sendo um exemplo claro a publicação do próprio livro, já

²⁵ Título original da publicação: *Limits to Growth*. Apesar da publicação na década de 1970, seus estudos remetem à década de 1960.

²⁶ Segundo SILVA (2003: 34), está inserção definitiva no debate econômico é possível devido ao resgate de trabalhos esquecidos, por não representarem o pensamento econômico dominante, dentre os quais a autora cita: Faustmann (1984), sobre a regra de gestão de uso dos recursos naturais florestais e Hotelling (1931) sobre a precificação de recursos naturais não renováveis.

citado, Limite do Crescimento, com o uso de um modelo matemático pautado por cinco parâmetros:

- Rápido crescimento demográfico;
- Industrialização crescente;
- Desnutrição em expansão;
- Esgotamento dos recursos naturais não renováveis;
- Deterioração ambiental.

Em 1992 e, posteriormente, em 2004, o livro “original” é atualizado²⁷ com coordenação do próprio Meadows, com as publicações dos livros *Beyond the Limits: Confronting Global Collapse* e *Limits to Growth – The 30-Year Update*, respectivamente.

Observa-se que MEADOWS (1972 e 2004), corretamente, aponta para o problema da finitude dos recursos naturais como sendo um dos principais problemas da expansão econômica. Apesar de controversa, sua análise normativa aponta como deveria se dar o crescimento econômico, levantando uma situação que o desenvolvimento não significa crescimento econômico, e que, portanto, crescimento zero não significa estagnação, mas sim estabelecer uma condição de estabilidade econômico-ambiental que seja sustentável não somente no presente, mas também no futuro.

Apesar de muitas previsões terem falhado, em relação ao esgotamento dos recursos naturais, dentre os quais cita-se o petróleo e o gás, seu estudo continua atualizado, apontando corretamente o problema tratado. Percebe-se que a tarefa de previsão futura é trabalhosa e na maioria dos casos ingrata porque exige modelos econométricos e matemáticos sofisticados e na maioria das vezes, esses modelos não conseguem prever acuradamente mudanças estruturais. Mesmo assim, eles são indispensáveis para ilustrar cenários e propor políticas de longa maturação factíveis com a realidade.

2.2 – Sistema capitalista

Pode-se classificar o capitalismo como:

²⁷ A publicação de 1992, apesar de não ser rigorosamente uma atualização, (como é no caso da de 2004), pode ser considerada como tal. (SILVA, 2004: 12).

Sistema econômico e social predominante na maioria dos países industrializados ou em fase de industrialização. Neles, a economia baseia-se na separação entre trabalhadores juridicamente livres, que dispõem apenas da força de trabalho e a vendem em troca de salário, e capitalistas, os quais são proprietários dos meios de produção e contratam os trabalhadores para produzir mercadorias (bens dirigidos para o mercado) visando à obtenção de lucro. (SANDRONI, 2001: pp. 80-81)

Vários cientistas sociais procuraram explicar o capitalismo. Entretanto, foi Karl Marx que conseguiu, de maneira mais influente, explicar o seu funcionamento, lógica e desenvolvimento, como é o caso do próprio capitalismo levar ao seu esgotamento, o que, ainda não se verificou, além de ser uma tendência extremamente remota para a sociedade que se consolidou, principalmente no período pós-segunda guerra mundial e pós-guerra fria²⁸.

Para Marx²⁹, a acumulação primitiva de capital foi o embrião da Revolução Industrial pela acumulação capitalista, sendo esta a força motriz da sociedade burguesa, que vive sua lógica pautada no processo de acumulação crescente de capital.

Os agentes econômicos, interessados em elevar seus lucros, vêm intensificando a utilização plena de mão-de-obra, capital, tecnologia e recursos naturais. Entretanto, em uma perspectiva de longo prazo, tal utilização indiscriminada dos recursos citados acima não é compatível com as capacidades físicas de nosso planeta, supondo um esgotamento de seu potencial expansionista.

De maneira geral, os lucros almejados e obtidos pelos capitalistas seguem a regra do estabelecimento de um *mark up*³⁰, como proposto por KALECKI.

Estudos como o Malthus e Meadows, apesar de suas limitações, apresentam muito bem essa problemática, sugerindo que decisões devem ser tomadas, a fim de evitar catástrofes na economia mundial. Ou seja, o crescimento e desenvolvimento econômico deve sempre considerar os recursos disponíveis, uma vez que a grande maioria é finita.

2.3 – Dinâmica capitalista x crescimento sustentável

A dinâmica capitalista, como se observa, está sustentada por dois pilares, o primeiro é que ele objetiva o lucro dos agentes econômicos, e o segundo evidencia

²⁸ Para maiores detalhes históricos sobre estes períodos sugere-se a leitura do livro: **A Era dos Extremos – O Breve Século XX: 1914-1991** de Eric Hobsbawm.

²⁹ Para uma análise detalhada ver: **O Capital**, vol. 3 tomo 1 de Karl Marx.

³⁰ Este conceito será explorado no capítulo 3.

que estes nunca estão satisfeitos, criando-se uma necessidade crescente de expansão e acumulação de capital dos mesmos.

Cabe aqui uma distinção entre crescimento sustentado e crescimento sustentável.

O crescimento/ desenvolvimento sustentado procura conciliar diversos fatores a fim de garantir um “crescimento econômico autônomo, que se sustenta por um longo período e se repete de forma indefinida, sem reconhecer limites físicos para tal”. (SILVA, 2004: 10). Esse molde de crescimento é o que está nas agendas de diversos países, preocupados com um crescimento do Produto Nacional Bruto (PNB) a uma taxa próxima de seu produto potencial. Destacam-se aqui os Estados Unidos como maior exemplo, ao se negar a assinar o Protocolo de Kyoto, não se comprometendo em reduzir as quantidades emitidas de dióxido de carbono na atmosfera terrestre. Ao contrário, preferem não influir no seu processo de produção e de consumo a fim de garantir maior crescimento, sem se preocupar com as mudanças climáticas e os desastres potênciais ocasionados pelo efeito estufa e aquecimento climático, num futuro próximo.

Este conceito é “oposto ao conceito de crescimento sustentável, que pressupõe limites ao crescimento impostos pela sustentabilidade”. (SILVA, 2004: 10). Deve-se aqui, inferir que a sustentabilidade, tanto econômica, quanto ambiental, deve se preocupar em atender as necessidades correntes e futuras com equidade entre as gerações³¹, buscando atender as necessidades básicas de todos. Este conceito implica existência de limites impostos pelo presente estado da tecnologia e organização social sobre os recursos naturais e pela capacidade do bioma terrestre em absorver os efeitos da atividade humana.

2.4 – Sustentabilidade econômica x sustentabilidade ambiental

O foco da sustentabilidade econômica é propiciar crescimento com desenvolvimento econômico. O impacto do crescimento econômico inexorável foi alvo de debate ambiental, principalmente na década de 1970, atingindo em 1990, um novo conceito retórico chamado de “crescimento verde”.

³¹ Deve-se mencionar a existência das perspectivas de sustentabilidade política e sistêmica, além das mencionadas no texto.

A expansão e acumulação somente são viáveis mediante estoques suficientes e adequados de fatores de produção³²: trabalho, capital, tecnologias disponíveis e matérias-primas. Entretanto, os fatores primários para os meios de produção, ou seja, as matérias-primas e os recursos naturais são finitos, e os desejos, vontades e anseios da sociedade são ilimitados.

Quando se aborda a questão desta maneira, inexoravelmente se acaba adotando métodos de análises ancoradas na microeconomia neoclássica, onde se observa que a interação entre produtores e consumidores pauta-se numa racionalização, no tempo, do processo de produção e alocação de recursos, bem como na criação de condições que evitem a estagnação e que permitam a perpetuação do sistema econômico, numa situação de equilíbrio, de forma a aumentar a utilidade de ambos. Dessa interação, em tese, ocorre a precificação de todos os bens disponíveis na economia.

Quando se parte de análises desta categoria, se encontram formas didáticas e maleáveis de explicar a realidade, entretanto, tais análises são feitas de maneira que se consideram grande parte dos fatores estáticos, mantendo as variáveis utilizadas no curto prazo inalteradas e inferindo variações em apenas uma delas para fazer possíveis previsões.

Entretanto, como o preço do petróleo é a variável que mais nos interessa para o estudo, tal forma de análise é inadequada no longo prazo. Primeiramente porque o mercado petrolífero está inserido numa complexa relação geopolítica suscetível de diversas alterações, depois, porque sua estrutura de mercado não obedece à perfeita interação entre consumidores e produtores de um mercado competitivo, sendo este sim caracterizado como um oligopólio. Seu preço final é determinado praticamente pelos produtores, não correspondendo ao ponto de equilíbrio social ótimo. Observa-se que o mercado é imperfeito, e desta se observa uma ineficiência alocativa do recurso. Ademais, o petróleo como já citado anteriormente é um recurso finito.

O fato de ele ser um recurso exaurível implica decidir quando explorá-lo, uma vez que abrir-se mão de produzir bens e produtos do petróleo no presente possibilita a obtenção de mais bens oriundos de tal recurso no futuro e vice-versa. A decisão

³² São acrescentados nessa análise fatores posteriormente incorporados, uma vez que para os economistas neoclássicos eram incorporados apenas os fatores de capital e trabalho.

de produção presente e futura está intrinsecamente ligada com a expectativa de auferir maior ou menor lucro hoje.

Esse fator, de acordo com a dinâmica capitalista, foge a regra do nível ótimo de consumo do petróleo, que deveria ser compatível apenas visando um crescimento com sustentabilidade. Entretanto, o que se observa é que a economia não busca um crescimento que vise a sustentabilidade, visando sim um crescimento sustentável, ou seja, um crescimento no quais os agentes criam condições propícias para um crescimento elevado durante um longo período, objetivando acumulação de capital.

3. FORMAÇÃO DE PREÇO E A ESTRUTURA DO MERCADO PETROLÍFERO

“El estudio de las condiciones de equilibrio es siempre un medio para conseguir un fin; buscamos informes respecto a las que gobiernan las cantidades que se compran a determinados precios a fin de poder utilizarlos para descubrir cómo cambiarán las cantidades que se compran al alterarse los precios”.³³

John R. Hicks – *Valor y Capital*.

No terceiro capítulo, serão analisadas a formação de preço e a estrutura do mercado petrolífero. Partindo da teoria apresentada por Harold Hotelling no começo da década de 1930, buscar-se-á entender suas premissas e resultados. Entretanto, se observa que, apesar de importante para análise dos recursos naturais exauríveis, ela apresenta grandes limitações, o que nos remeterá para outras formas de análise, que serão desenvolvidas ao longo do capítulo.

Dentre as outras formas de análise, serão evidenciadas as estruturas de mercado, com a finalidade de se observar qual se ajusta melhor ao funcionamento do mercado petrolífero. Também serão buscadas algumas relações teóricas que expliquem a interação do preço do petróleo com a atividade econômica, ponto essencial para o estudo do capítulo quatro, que irá mensurar econometricamente os impactos do preço na atividade econômica.

3.1 – A contribuição de Harold Hotelling

A análise econômica dos recursos exauríveis, dentre eles o petróleo, passou a ser assunto relevante nas linhas de pesquisas do pensamento econômico, em grande parte por causa das publicações do livro *Limits to Growth*, no começo da década de 1970 pelo grupo de Roma. Entretanto, mesmo antes de tal publicação, pode-se citar o clássico artigo de Harold Hotelling, *The Economics of Exhaustible Resources*, publicado em 1931. Este defendia que para seguir uma trajetória “ótima”,

³³ O estudo das condições de equilíbrio são sempre um meio para se conseguir um fim; se busca conhecer as quantidades que se compram aos respectivos preços para que se possam usá-las para descobrir as alterações das quantidades compradas quando os preços mudarem. (Tradução livre).

os preços dos recursos exauríveis deveriam evoluir ao ritmo da taxa de desconto igual à taxa de juros praticada no mercado.

Observa-se a seguir, a importância do artigo de Hotelling:

The most influential of all his papers, at least in recent years, was that on the economics of exhaustible resources (e.g., minerals, such as oil) (1931). He gave a formal argument that the price of a commodity (more precisely, the excess of the price over the cost of extraction) would have to rise over time at the same rate as the rate of interest. The argument, like some parts of the paper on depreciation, used the calculus of variations, well beyond the capacity of the great bulk of economists then, and the paper was rejected by one journal before being published. With the post-World War II concern over resource exhaustion, the paper became acknowledged and forms to this day an important component of the analysis of the future of resource scarcity. (ARROW & LEHMANN, pp. 6 e 7, 2005)³⁴

Os pressupostos do modelo de Hotelling são:

- O detentor do recurso é um produtor privado atuando numa estrutura de mercado de concorrência perfeita;
- A procura acumulada que esgota o estoque do recurso $D(q)$ é uma função decrescente do preço do recurso, que se esgota na data t ;
- O estoque inicial da reserva do recurso é conhecido;
- O custo marginal de extração do recurso é nulo ou constante;
- A informação é perfeita ao longo de toda a duração da exploração e extração do recurso da jazida;
- A taxa de preferência do produtor (taxa de atualização ou de desconto) é constante e igual à taxa de juros.

De acordo com FAUCHEUX & NOËL (1995: 117), se observa que o produtor racional procura maximizar os seus lucros ao longo de toda a duração da jazida limitada pela barreira de disponibilidade do estoque do recurso. Segundo estes autores “o lucro de um período é equivalente à diferença entre as receitas

³⁴ O mais influente de todos seus trabalhos, pelo menos nos anos mais recentes, foi na área da economia dos recursos exauríveis (por exemplo, minérios e petróleo) (1931). Ele deu um argumento formal de que o preço de uma *commodity* (mais precisamente, o preço extra em cima do custo de extração) teria que subir com o passar do tempo à mesma taxa de juros praticada no mercado. Tanto o argumento, como algumas partes de sua análise sobre o papel da depreciação, usando o cálculo de variações, foi bem além da capacidade de entendimento dos economistas, então, o artigo foi rejeitado por um *journal* antes mesmo de ser publicado. Entretanto, no Pós-Segunda Guerra Mundial, o problema do esgotamento dos recursos naturais ganhou interesse, e o trabalho tornou-se reconhecido, sendo, nos dias atuais, um importante componente de análise sobre o futuro e a escassez dos recursos naturais. (Tradução livre).

procuradas pela exploração do recurso (preço multiplicado pela quantidade extraída $P(t) \cdot Q(t)$) e os custos gerados pela atividade de extração (C) são constantes ou exógenos”.

Na modelagem proposta por Hotelling, e, conseqüentemente, seu resultado, percebe que, primeiramente, de acordo com a teoria neoclássica, Hotelling aceita que o detentor da reserva de um recurso não renovável é um agente maximizador de renda, sendo assim o produtor deverá, primeiramente, extrair uma quantidade que maximize seu rendimento no valor presente e, simultaneamente, produzir uma quantidade de recursos que maximize o valor presente da reserva, já que o produto é não renovável.

Para determinar o caminho ótimo de preços no tempo de um recurso não renovável e o seu caminho ótimo de extração exige que duas condições sejam satisfeitas. A primeira condição é que o preço do recurso deve ser igual ao custo marginal de extração mais o *royalty*, o segundo é que o preço do recurso em qualquer período t é igual ao preço no período inicial acrescido de juros compostos à taxa de desconto. Ela também estabelece que o detentor do poço petrolífero seja indiferente entre extrair uma unidade do recurso ao preço corrente hoje, ou está mesma unidade ao preço futuro em n períodos adiante.

De acordo com a microeconomia, mais precisamente, com o estudo das estruturas de mercado e das noções de estoque, observamos que sob regime de concorrência perfeita, um produtor não afeta os preços nem as quantidades produzidas no mercado, produzindo a quantidade que o preço se iguala ao seu custo marginal. Entretanto, o petróleo por se tratar de um recurso não renovável, a decisão de produzir uma unidade adicional do produto hoje impossibilita sua produção no futuro, ou seja, o petróleo, por se tratar de um recurso exaurível implica (considerando fixa sua quantidade na natureza) redução do estoque disponível em um dado período. Segundo PELIN (1988: 531), “para a teoria econômica esta diferença implica um custo adicional ao produtor, além dos de mão-de-obra, capital e insumo [...] conhecido na literatura como custo de uso, custo de oportunidade, *rent*, preço líquido, lucro marginal ou *Royalty*”.

É representada na figura 3.1 a condição de equilíbrio de um bem comum com adição do *royalty*.

Figura 3.1: Preço do recurso não renovável com adição do *royalty*

FONTE: Economia dos Recursos Naturais. SILVA, 2003: 43.

De acordo com a figura 3.1, observa-se que o preço num mercado concorrencial seria igual à intersecção da curva de custo marginal “Cmg” com a de demanda marginal “Dmg”, no ponto “E”. Já numa situação de monopólio, o preço de equilíbrio seria dado em Q_1P_1 , no ponto “M”. Na situação de monopólio, as quantidades ofertadas são menores e os preços, acrescidos do *royalty*, maiores. A renda de Hotelling é igual à área do retângulo de lados OQ_1 e P_1P_e .

O resultado do modelo proposto por Hotelling indica que, para explorar uma jazida de petróleo de modo maximizador, o preço líquido do minério deve evoluir ao ritmo da taxa de desconto. As implicações do modelo são:

- Os recursos em estoque da jazida petrolífera devem ser tão atrativos quanto qualquer outro ativo. Assim, o ganho de capital deve ser igual ao *royalty*, ou seja, ao rendimento que outra aplicação proporcionaria;
- Como a reserva é finita, isso se reflete na escassez da oferta ao longo do tempo, o que resulta na diminuição da procura, visto que o preço do recurso cresce no ritmo da taxa de juros.

A partir desse modelo, pode-se inferir que a exploração dos recursos naturais depende de seu valor econômico. O resultado esperado em uma economia de mercado será, pelo fato do petróleo ser exaurível, a elevação do preço no tempo acompanhada de uma redução no seu consumo e o preço seria máximo no ponto de esgotamento.

Entretanto, observam-se diversas inadequações na modelagem proposta por Hotelling, sendo as principais:

- Existência de falhas de mercado (mercados imperfeitos pela ação de monopólios, oligopólios e externalidades), negligenciada na hipótese original de que o mercado estaria em concorrência perfeita;
- Desconhecimento da demanda futura;
- Desconhecimento da quantidade de petróleo realmente disponível no mundo, uma vez que os volumes das reservas estão sempre sendo revistos;
- As diferenças entre as taxas de desconto social e de mercado, que comprometem a possibilidade de se assegurar que os recursos sejam alocados de forma compatível com a otimização do bem-estar social;
- E a existência de tecnologia de fundo (*backstop technology*), que é a alternativa mais cara para se produzir um bem substituto para o produto em questão, impondo um limite à elevação do *royalty*. No caso do mercado petrolífero, principalmente para fins de combustível, há inúmeros substitutos como o álcool, metanol, gás natural e etc., que servem como freios à elevação dos preços acima de certo patamar.

Em suma, se percebe a importância do modelo apresentado por Harold Hotelling em 1931, e o fato dele ser ponto de partida para muitos estudos econômicos posteriores, principalmente para se entender a formação de preços dos recursos exauríveis em geral, e do petróleo em particular. Entretanto, devido a suas limitações faz-se necessária uma investigação com auxílio de outras bases teóricas para análise da precificação do petróleo, como se verá mais adiante.

3.2 – Estudo das estruturas de mercado

O preço e a quantidade de equilíbrio nos mercados é o resultado combinado da ação de oferta e demanda. As estruturas de mercado são modelos que captam aspectos inerentes de como os mercados estão organizados, sendo que cada estrutura destaca algumas hipóteses, como será mostrado adiante. Entretanto, como mostra Garófalo e Carvalho (1995: pp. 342), as estruturas de mercado caracterizam-se basicamente pelos elementos a seguir:

- Quantidade de agentes vendedores e compradores atuando no mercado;
- Natureza da mercadoria ou fator de produção objeto de negociação.

Nas tabelas 3.1 e 3.2, se visualiza uma condensação das estruturas mercadológicas que serão alvo de breve análise³⁵.

Tabela 3.1: Estruturas mercadológicas

		Produtos Finais ou Fatores de Produção	
		Homogêneos	Diferenciados
Quantidade de Firms	Muitas Firms	Concorrência Perfeita	Concorrência Monopolística ou Concorrência Monopsonística
	Poucas Firms	Oligopólio Puro ou Oligopsônio Puro	Oligopólio Diferenciado ou Oligopsônio Diferenciado
	Uma Firma	Monopólio ou Monopsônio	Não se aplica

FONTE: GARÓFALO & CARVALHO, 1995: pp. 355.

Tabela 3.2: Estruturas de mercado segundo Stakelberg

		Ofertantes		
		Um	Poucos	Muitos
Compradores	Muitos	Monopólio	Oligopólio	Concorrência Perfeita
	Poucos	Quase Monopólio	Oligopólio Bilateral	Oligopsônio
	Um	Monopólio Bilateral	Quase Monopsônio	Monopsônio

FONTE: VICECONTI & NEVES, pp. 459, 2005.

Uma estrutura de mercado competitiva, ou seja, sob a forma de concorrência perfeita, é aquela que apresenta um grande número de consumidores e produtores, produto homogêneo, simetria de informação e livre entrada e saída de produtores e consumidores do mercado.

Nesta estrutura, ocorre alocação ótima de recursos e anulação de lucros extranormais, uma vez que nesse mercado os produtores não têm capacidade de influir no preço, e, portanto são denominados tomadores de preço.

³⁵ É importante mencionar que o quadro faz menção às estruturas denominadas monopsônio e oligopsônio, que são denominações utilizadas quando a análise ocorre pelo lado da demanda por bens finais ou fatores de produção, que não serão objeto de estudo nesse trabalho.

Ademais, na concorrência perfeita, os preços se igualam com os custos marginais de produção, estando o mercado nessa situação em equilíbrio. Se o mercado está em equilíbrio, não há espaço para comportamentos assimétricos ou estratégias competitivas, não havendo, tampouco, influência das firmas na determinação do preço do mercado.

Observa-se que para tal modelo, requer-se um grande número de firmas com produto homogêneo, uma vez que nas estruturas de mercado caracterizado pela atuação de um número reduzido de produtores, como a petrolífera, se percebe uma atuação não condizente com a teoria de concorrência perfeita, necessitando-se então de outra explicação teórica.

Na teoria econômica, como se observa nos livros-texto, podendo-se mencionar Garófalo & Carvalho (1995) e Varian (2003) como exemplos, os mercados que não satisfazem as condições de concorrência perfeita se enquadram na categoria de concorrência imperfeita. Segundo Pertusier (2004: 12) “a ocorrência de monopólios, derivados de economias de escala e escopo ou de qualquer outro tipo de falha de mercado, sugere que há estruturas de mercado em que a firma é capaz de exercer influência sobre os preços”. Um grande número de mercados enquadra-se fora dos parâmetros da concorrência perfeita. O mercado petrolífero é um exemplo claro, seja em relação ao número de firmas, a capacidade destas de exercerem influências sobre os preços, em decorrência da possibilidade de diferenciar qualidades diferentes de petróleo, ou quantidades praticadas no mercado, ou mesmo na assimetria de informações e etc. Outro ponto relevante é a capacidade do mercado formar colusões tácitas com a finalidade de praticar quantidades e preços diferentes ao preço de concorrência, sendo o principal caso o cartel da OPEP.

Necessita-se, conseqüentemente, da adoção de outros arcabouços teóricos, que devem ser analisados sob a forma de concorrência imperfeita.

O monopólio seria o caso extremo ao da concorrência perfeita, sendo uma estrutura caracterizada basicamente pela existência de um único ofertante, ou seja, a indústria seria constituída de uma única firma produtora, responsável, por toda produção.

Diferentemente da situação anterior, no monopólio, a firma produz um produto para o qual não existe substituto próximo, na qual, aliada com a característica

anterior, lhe permite influenciar o preço de mercado. Apesar disto, o poder do monopolista é limitado pela renda e pelo número de consumidores.

Nesse regime mercadológico, o agente vendedor não sofre nem recebe influências das decisões sobre preços e quantidades, sendo seus pressupostos:

- Concorrência perfeita entre os consumidores;
- Consumidores racionais;
- A firma monopolista tem como objetivo a maximização de seu lucro total;

Nota-se, com essa exposição, que o mercado petrolífero não pode ser caracterizado nem como uma estrutura de concorrência perfeita, tampouco com uma estrutura de monopólio, estando sim entre esses dois extremos teóricos.

A estrutura do mercado de petróleo situa-se numa estrutura imperfeita de mercado, denominado oligopólio, caracterizada como tal por alguns fatores, como:

Em suma, a definição de uma indústria como tal é que uma firma considera as ações de outras firmas quando decide suas próprias ações de ofertas. Logo, em uma estrutura de mercado oligopolizada, as empresas têm espaço para agir estrategicamente, de acordo com seus objetivos, como veremos adiante.

Para Pertusier (2004: 13):

O número limitado de ofertantes, seu tamanho e poder de mercado, assim como a uniformidade do produto, tornam a indústria do petróleo um caso típico de oligopólio, no qual todas as firmas devem considerar retaliações a iniciativas de redução de preços ou aumento de oferta, uma vez que esses comportamentos podem ser imitados. Num mercado com estrutura oligopolizada, toda e qualquer ação que modifique os preços ou a quantidade de uma firma modificará a condição de equilíbrio de todas as demais. (PERTUSIER, 2004: pp. 13).

Na estrutura de mercado oligopolizada, se percebe que os produtos podem ser ou não homogêneos. No caso do petróleo, ele é caracterizado como um produto heterogêneo. De acordo com SANTOS (2007), apesar da composição molecular não variar substancialmente, pequenas variações nessa composição afetam as propriedades físico-químicas do óleo e seu desempenho na produção de derivados.

A composição elementar do petróleo pode ser assim representada:

Tabela 3.3: Composição básica do petróleo

Elemento	% do Peso Molecular
Carbono	82,2 – 87,1
Hidrogênio	11,7 – 14,7
Enxofre	0,1 – 5,5
Nitrogênio	0,1 – 1,5
Oxigênio	0,1 – 4,5

FONTE: SANTOS, 2007.

Pequenas alterações vão influir: (i) no índice $^{\circ}\text{API}^{36}$, utilizado para medir a densidade do petróleo quando comparado com a água a 4°C ; (ii) na sua viscosidade ou fluidez; (iii) nos seus teores de enxofre, elemento que causa diversos problemas ambientais com a emissão de seus gases na combustão e na atividade industrial, uma vez que o enxofre é altamente corrosivo, entre outros. Na tabela 3.4 se visualiza de maneira clara os problemas associados a cada elemento.

Tabela 3.4: Principais características do petróleo

Característica	Observação
$^{\circ}\text{API}^{37}$	Água: Densidade 1,0 = 10°API Petróleo pesado: $10^{\circ} < \text{API} < 22,3^{\circ}$ Petróleo médio: $22,3^{\circ} < \text{API} < 31,1^{\circ}$ Petróleo leve: $31,1^{\circ} < \text{API}$
Viscosidade	Líquidos e gases são considerados fluidos, ou seja, podem fluir, sendo que os fluidos ideais oferecem menor resistência ao se movimentar. Quando existe alguma resistência (atrito) a este movimento designa-se viscosidade.
Teor de enxofre	Diz respeito à produção de ácidos sulfurados durante a combustão, gerando problemas de corrosão e poluição. Denomina-se petróleo ou gás natural doce quando este apresenta baixo teor de enxofre ($< 2\%$), e ácido para um alto teor ($> 2\%$).
Compostos nitrogenados	Escurecimento dos produtos e redução da vida útil dos catalisadores.
Compostos oxigenados	Acidez e corrosividade.
Organo-metálicos	Envenenamento permanente dos catalisadores.
Água, sais e sedimentos	Depósitos, corrosão e coque

FONTE: Santos, 2007. Elaboração própria.

³⁶ Sigla de *American Petroleum Institute*.

³⁷ Como exemplos do $^{\circ}\text{API}$, encontrados em alguns petróleos típicos, temos: (i) Tia Juana (Venezuela) – 31°API ; Arabian Light – 34°API ; Bonny Light (Nigéria) 37°API ; Brent Blend (Reino Unido) – 38°API ; Ekofisk (Noruega) – 42°API ; Campo de Marlin e Bacia de Santos (Brasil) – 19°API e 28°API respectivamente.

Nessa estrutura, observa-se, também que o mercado não tem condição de atomização a exemplo dos dois primeiros casos mostrados, sendo assim, dessa maneira, as ações individuais ou isoladas, ou mesmo de um pequeno número de agentes do mercado terão sempre uma influência visível para os demais, causando uma reação a qualquer ação de uma firma isolada.

Outro ponto que se observa é, que devido à reação ocasionada por uma ação, e até mesmo para maximizar os interesses comuns entre os produtores, é muito comum associações entre produtores do mercado, controlando dessa forma os preços e as quantidades praticadas no mercado.

Os principais modelos de oligopólio, na determinação do preço e de equilíbrio, são apresentados na tabela 3.5. É importante mencionar que o modelo de firma dominante, embora integrante dos cartéis, não será apresentado neste momento, uma vez que será detalhado adiante.

Tabela 3.5: Principais modelos de oligopólio

Preços de equilíbrio	Nome do Modelo	Observações
Preços de monopólio	Chamberlin	Produtos e custos têm de ser uniformes.
Próximo ao preço de monopólio	Cartéis perfeitos Liderança de preço; Cartéis imperfeitos Quase-acordos	Se as firmas buscam lucros máximos, os preços se aproximam do nível de monopólio. Mas se buscam lucros menores, os preços estão mais perto do nível competitivo.
	Cournot	O preço se aproxima do nível competitivo à medida que aumenta o número de vendedores.
Próximo ao preço puramente competitivo	Modelo de livre ingresso de longo prazo de Baumol	O afastamento do preço competitivo depende da elasticidade da demanda.

NOTA: Estes modelos estão classificados por relação do preço com os níveis de monopólio ou de concorrência pura. Também estão excluídos os modelos com preços indeterminados ou flutuantes. O preço de monopólio maximiza os lucros da firma individualmente e os lucros conjuntos quando as funções demanda e custo são conhecidas. O preço competitivo é o de equilíbrio, coerente com lucros líquidos zero.

FONTE: Watson & Homan, 1979: pp. 390.

3.3 – Formação de preços numa estrutura de oligopólio³⁸

A característica básica da estrutura oligopolística é a presença de poucas firmas que compõem uma indústria específica, podendo o produto ser ou não diferenciado, sendo que geralmente a entrada de novas firmas no mercado é controlada pela existência de barreiras.

O preço em oligopólio ocorre basicamente em dois sistemas.

O primeiro seria o barométrico, onde a firma líder anuncia uma mudança no preço de forma concluída, e a franja competitiva a segue sem restrições.

A segunda, forma adotada adiante para explicar a formação de preços no mercado petrolífero, é a determinação de preços pela firma dominante, onde para Labini (1984), esta anuncia o preço de acordo com suas conveniências, e força as empresas associadas ao cartel a seguirem essa determinação. Esta forma se dá pela forma de dominação e não de liderança como no caso anterior. No caso da OPEP, podemos inferir que o cartel de maneira unificada desempenha o papel da firma dominante, enquanto que as empresas que não fazem parte da OPEP são obrigadas a ceder pela dominação.

Observa-se que o modelo de Estrutura-Condução-Desempenho (ECD)³⁹, acrescenta um elemento dinâmico à análise da indústria, ao adicionar choques externos, para avaliar como as firmas afetam a estrutura da indústria, a condução dos participantes e, conseqüentemente, seu desempenho.

No caso do mercado petrolífero, entre diversos choques, se pode citar um de caráter ambiental, ou seja, a disponibilidade física ou estoques conhecidos de petróleo e sua característica não renovável. Isso leva a indústria como um todo a discriminar quantidades produzidas, diminuindo-as, em decorrência de uma iminente exaustão.

Observa-se em Martin (1988) que, a estrutura de mercado ocasiona uma condução e de acordo com esta espera-se um desempenho do mercado, sendo que “neste ponto de vista básico, a estrutura de mercado determina o desempenho das firmas no mercado e o comportamento das firmas determinam os vários aspectos do

³⁸ Essa sessão é baseada principalmente nas obras de GAROFÁLO (1995), KON (1994) e POSSAS (1987).

³⁹ Um caso clássico só para exemplificar como ocorreria uma análise de ECD: Estrutura do mercado em concorrência perfeita, como os participantes não podem fixar preços a condução seria a adoção de preço igual ao custo marginal e o desempenho desse mercado seria a eficiência alocativa.

desempenho do mercado”⁴⁰. O objetivo da economia, principalmente da economia industrial, é entender como ocorrem essas relações, principalmente quando se trata dos preços e das quantidades praticadas no mercado.

No caso da indústria petrolífera, percebe-se que a exaustão é apenas um fator que determina a quantidade e os preços praticados, uma vez que, a indústria, entendida de forma neoclássica e racional, deseja auferir sempre o maior lucro.

No caso do petróleo, este objetivo parece inabalável pelo fato da elasticidade da demanda ser muito baixa, ou seja, o petróleo ser classificado como um bem de demanda inelástica⁴¹. Entretanto, no longo prazo, isso pode ocasionar um choque de mudança de comportamento da sociedade no consumo pelo petróleo, devido aos altos preços, que na prática já vem ocorrendo com investimentos em fontes alternativas, mas de participação ainda ínfima⁴², que acarretaria uma mudança da ECD. Em última instância, tal mudança é esperada num dado período histórico, uma vez que os estoques de petróleo são finitos e não poderão prover eternamente as necessidades, principalmente energéticas, dele adjacente.

Portanto, a formação de preços depende da capacidade das firmas de dirigirem o comportamento da demanda e de anteverem as ações e reações de suas concorrentes no mercado. A rivalidade e a interdependência entre as firmas levam ao estabelecimento de acordos que visam à maximização do lucro conjunto de todas, ou de algumas firmas, em substituição ao lucro individual, idéia que explica de maneira consistente a formação do cartel da OPEP, em 1960, onde se baseia um acordo entre empresas rivais para ação comum nos negócios, a fim de dominar o mercado e estabelecer comportamentos de controle mais rígido sobre os preços.

A formação da OPEP sucedeu-se de maneira organizada e formal, as decisões de determinação de preço e distribuição de mercado para os países membros, apesar de ela ser primordialmente descentralizada, ou seja, apenas algumas funções, como estabelecimento de participações e cotas, são delegadas, diferente de uma organização central, onde o controle seria quase que completo em todos os aspectos.

⁴⁰ Tradução livre do fragmento do texto original: “*In this basic view, market structure determines the behavior of the firms in the market, and the behavior of firms determines the various aspects of market performance.*”

⁴¹ Em virtude de suas características e importância como colocado no capítulo 1.

⁴² A mudança ainda é pequena e a transição ainda levará um longo período de tempo, uma vez que apesar do mercado petrolífero ser oligopolizado, a determinação de preço é feita de tal forma a maximizar o lucro das empresas participantes e a criar barreiras à entrada a possíveis entrantes, mesmo que estes sejam produtores de bens substitutos.

Entretanto, os membros da OPEP, apesar de não serem todos os integrantes do mercado, possuem o “poder” de fixação dos preços devido ao seu alto grau de concentração de mercado.

De acordo com Martin (1988: 03), com a OPEP pode-se pensar que *“the size distribution of sellers reflects the belief that a market with one very large firm (OPEC) and several small ones (non-OPEC) is more likely to perform as a monopoly than a market with a few firms of roughly equal size”*.⁴³

Levando-se em conta os valores dos países listados na tabela 1.3 (principais produtores e exportadores mundiais de petróleo), apresentada no primeiro capítulo, e considerando os membros da OPEP como um único país, verifica-se, através da metodologia apresentada em Kon (1994), o grau de concentração do mercado petrolífero baseado no Índice de Concentração (IC) e no Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH)⁴⁴, representadas na figura 3.2 e tabela 3.6:

Figura 3.2: IC do mercado petrolífero

Nota: Para o cálculo do Índice de Concentração, utilizou-se a formula: $C = \sum_{i=1}^n P_i$.

Fonte: Tabela 1.3, apresentada no capítulo 1. Elaboração própria.

⁴³ O tamanho da distribuição dos produtores reflete a idéia de que o mercado com uma firma muito grande (OPEP) e a existência de outras pequenas (não-OPEP) é mais parecida com uma atuação monopolística do que um mercado com poucas firmas de igual participação. (Tradução livre). Na próxima sessão será retomada essa análise na formação de preço.

⁴⁴ O Índice de Concentração (IC) mede a proporção representada por um número fixo das maiores firmas da indústria, em relação ao número total da indústria, já o Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH) é mensurado pela soma dos quadrados da participação de cada firma em relação ao tamanho total, variando entre zero e um, onde quanto maior é a concentração de uma determinada firma, mais ela se aproxima de um.

Tabela 3.6: IHH do mercado petrolífero

Principais Produtores			Principais Exportadores		
País	Pi	Pi ²	País	Pi	Pi ²
OPEP	46.17 %	0.2131	OPEP	66.51 %	0.4423
Rússia	15.64 %	0.0245	Rússia	18.11 %	0.0328
EUA	13.40 %	0.0180	Noruega	6.01 %	0.0036
China	6.20 %	0.0038	México	3.55 %	0.0013
México	5.54 %	0.0031	Casaquistão	3.11 %	0.0010
Canadá	5.42 %	0.0029	Canadá	2.72 %	0.0007
Noruega	4.06 %	0.0017			
Brasil	3.56 %	0.0013			
Total	100.00 %	0.2683	Total	100.00 %	0.4817

Nota: Para o cálculo do Índice de Herfindahl-Hirschman, utilizou-se a fórmula: $H = \sum_{i=1}^n Pi^2$.

Como Pi é dado em porcentagem, temos $Pi^2 = (Pi/100)^2$.

FONTE: Tabela 1.3, apresentada no capítulo 1. Elaboração própria.

Com base nos dois resultados obtidos, verificou-se a existência de concentração, principalmente pelo lado das exportações, o que corrobora a idéia do mercado petrolífero ser oligopolizado.

Considerando o conjunto dos países membros da OPEP como a “firma dominante”, em relação aos países não membros, pequenos para influírem nos preços, também conhecidos como “franja” ou “periferia competitiva”, é possível afirmar a predominância da OPEP na definição das quantidades e preços praticados no mercado.

Outro elemento importante, é que para Martin (1988), a distribuição dos consumidores é igualmente importante para a determinação do preço de mercado. Entretanto no caso do petróleo, verifica-se que ele ainda é vital para a atividade econômica, além de ser a principal componente da matriz energética mundial, ocasionando uma demanda praticamente inelástica, e conseqüentemente não afetando a conduta e o desempenho do mercado petrolífero.

Resumidamente, a estrutura ocorre da interação entre os produtores e consumidores, ou seja, na estrutura do mercado petrolífero, os condicionantes de oferta e demanda ocorrem num mercado oligopolizado. Como conduta as empresas buscam maximizar seus lucros. Por sua vez, dado que os preços são de monopólio, o desempenho é a ineficiência alocativa.

3.4 – Análise dos preços determinados por cartéis: o caso da OPEP

Segundo Pyndick & Rubinfeld (2006: 398) “é muito raro que todos os produtores de uma mercadoria consigam se juntar para formar um cartel”, sendo este responsável por apenas uma parte da produção total,⁴⁵ e a reação da oferta dos produtores rivais.

No caso dos cartéis, como é o caso da OPEP, essa análise pode ser feita pelo modelo da empresa dominante, que é um mercado oligopolístico, na qual uma empresa de grande porte, no caso a OPEP, possui uma fatia substancial da participação do mercado, sendo que um grupo menor abasteceria o resto do mercado.

Nesse caso, a empresa dominante costuma atuar, escolhendo o preço e a quantidade capaz de maximizar seus próprios lucros, as demais, poderiam influir de maneira pífia sobre os preços, atuando praticamente como competidores perfeitos. Segundo Labini (1984), esse sistema funciona quase como um monopólio, que incorpora características para o seu êxito a barreiras a entradas de novas firmas.

Considerando a figura 3.3, se explicará como ocorre a formação de preço do petróleo.

Figura 3.3: Formação de preços da OPEP

FONTE: Pindyck & Rubinfeld, 2006: 399.

A figura 3.3 ilustra o caso da OPEP, onde, segundo Pindyck e Rubinfeld (2006), DT é a curva da demanda total do petróleo, e S_C é a curva da oferta

⁴⁵ No caso do cartel da OPEP, foi demonstrada na sessão anterior a concentração de mercado da mesma, corroborando a validade da idéia presente.

competitiva (não-OPEP). A demanda da OPEP, D_{OPEP} , é a diferença entre D_T e S_C . Como a demanda total e a oferta competitiva são inelásticas, a demanda da OPEP também é inelástica. A quantidade Q_{OPEP} que maximiza os lucros da OPEP é encontrada no ponto de intersecção entre as curvas da receita marginal e do custo marginal, sendo cobrado pela OPEP o preço P^* . Caso os produtores não tivessem formado um cartel, o preço seria o de concorrência, onde as curvas de demanda e do custo marginal se cruzam.

Observa-se que a demanda inelástica é consequência do elevado grau de “monopólio” que o cartel detém, como já comprovado pelos IC e IHH.

Outra observação importante é que a diferença entre os lucros das empresas sob o cartel e a alternativa não-cooperativa é suficientemente elevado para evitar “traições” entre os membros do cartel. Ademais, os membros não-OPEP também auferem lucros extra-normais com a manutenção do cartel.

Observa-se que o cartel da OPEP tem sido bem sucedido desde a sua criação por três motivos:

- A demanda total não é muito elástica;
- O petróleo ainda é o principal elemento da matriz energética mundial; e
- O cartel tem sido capaz de controlar a maior parte da produção mundial, praticando conseqüentemente uma liderança de preços que são determinados pela OPEP e depois, acompanhados por outras empresas.

3.5 – Determinação do *mark up* em Kalecki e possíveis aplicações para o mercado petrolífero

Como as empresas petrolíferas atuam em um mercado não competitivo, as mesmas podem fixar autonomamente o preço do petróleo e toda a cadeia de produtos oriundas de seu refino.

Basicamente, a fixação de preço é feita com base no custo variável médio adicionado de uma porcentagem sobre este custo. Esta porcentagem recebe o nome de *mark up* e tem como finalidade básica amortizar os custos fixos da produção e gerar lucros para as empresas.

Dada a característica da indústria petrolífera, além de incorrer numa série de custos fixos deve-se lembrar que a mesma apresenta uma série de riscos, de ordens tecnológica, econômica e política, que devem ser considerados, como: Risco de

campos secos, de contaminação ambiental, dificuldade de mensuração do preço dada à alta volatilidade do preço do petróleo, definição de marcos regulatório, custos de operação, inflação e etc⁴⁶.

De acordo com Viceconte e Neves (2005), a determinação do *mark up* é influenciada por diversos fatores, dentre os quais podemos destacar:

- O tamanho da planta da empresa e o volume de custos fixos a ela associados. De fato, parece lógico que, quanto maior o volume de custos fixos a amortizar, maior deverá ser a porcentagem do *mark up*⁴⁷.
- A elasticidade-preço da demanda do mercado (E_{pd}). Quanto menor E_{pd} , ou seja, quanto mais inelástica for à demanda do produto, é lícito supor que a empresa poderá fixar maiores porcentagens de *mark up*, já que os consumidores têm grande necessidade do produto e preços mais elevados implicam receitas totais mais expressivas. (Viceconte e Neves, 2005: 169).

É importante destacar que além desses dois fatores levantados por Viceconte e Neves (2005), possivelmente o mais importante seja o grau de concentração do dado mercado. Quanto maior o poder de mercado, maior será a taxa de *mark up* da empresa.

Um exemplo claro disso é a política de preços adotada no mercado de combustíveis da Petrobras. Como praticamente todo o refino de petróleo pertence a ela, e devido à escala e poder de fixação de preço da mesma ser elevado constituindo uma barreira à entrada de outras empresas neste mercado, a mesma pode definir o preço do combustível comercializado. Observa-se que no ano de 2009 o preço do petróleo mantém sua cotação média na casa dos US\$ 52,00 o barril, inferior à média observada para o ano de 2008, de cerca de US\$ 97,00⁴⁸. Mesmo observando uma queda no preço do petróleo, a Petrobras não repassou esta

⁴⁶ Para maiores detalhes sobre as diversas modalidades de riscos e incertezas, consultar o livro de Richard D. Seba, **Economics of Worldwide Petroleum Production**, capítulo 6 (*Risk and Uncertainty*), Tulsa, Oklahoma: Oil & Gas Consultants Internacional, 1998.

⁴⁷ Observação feita por Michael Kalecki no livro **Teoria da Dinâmica Econômica**, capítulo 1, Coleção **Os Pensadores**, São Paulo: Abril Cultural *apud* Viceconte e Neves, 2005: pp. 169.

⁴⁸ Cotação média do petróleo, de acordo com dados mensais da EIA/ USDOE. Fonte: *Europe Brent Spot Price FOB (Dollars per Barrel)*, disponível em <http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/hist/rbrtem.htm>, acesso em 14/07/2009.

variação para o preço dos combustíveis derivados de petróleo, praticando um expressivo *mark up* dado o seu poder de mercado.⁴⁹

⁴⁹ A situação não é tão simplista e a Petrobras diz que tem segurado o preço para recuperar suas perdas de manter o preço baixo quando o petróleo estava em níveis elevados. Entretanto se observa uma falta de transparência para estas afirmações que circulam na imprensa, uma vez que ninguém sabe ao certo quando ela irá cobrir seus prejuízos como alegado pela empresa. Estudos mais detalhados podem ser realizados, entretanto, tais estudos fogem do escopo do trabalho e esta frase tem que ser interpretada, grosso modo, apenas como um exemplo de *mark up*, auferido pela Petrobras.

4. MENSURAÇÃO DOS IMPACTOS DO PREÇO INTERNACIONAL DO PETRÓLEO NA ECONOMIA

“Measurement does not necessarily mean progress. Failing the possibility of measuring that which you desire, the lust for measurement may, for example, merely result in your measuring something else - and perhaps forgetting the difference - or in your ignoring some things because they cannot be measured.”⁵⁰

George U. Yule (S.D.)

Numa carta para Maurice Kendall

Após se estudar a importância do petróleo, sua interação com o crescimento e desenvolvimento econômico e as principais teorias relacionadas com a sua precificação, este capítulo irá relacionar e mensurar os impactos do preço internacional do petróleo na atividade econômica nacional e mundial.

De acordo com Copper (1948), *“when the economist wishes to explain the determination of price in a market he has recourse to perhaps the most familiar of all economic “laws”: the law of supply and demand”⁵¹*, sendo de fato o que irá se buscar nesse capítulo. Entender a importância do petróleo para a atividade econômica.

4.1 – Breve revisão bibliográfica sobre o tema

O trabalho *“Oil and the Macroeconomy since World War II”⁵²*, publicado por James D. Hamilton (1983) talvez seja o principal trabalho a tratar do assunto.

Durante as décadas de 1970 e 1980 o mundo sofreu diversas mudanças devido aos choques e elevação dos preços do petróleo que ocorreram nos anos de 1973-1974 e 1979-1980. Talvez exemplos clássicos irrefutáveis sejam as recessões

⁵⁰ Mensurar não significa necessariamente progredir. Se a mensuração do que você deseja falha, a luxúria pelo seu desejo de medir, pode, por exemplo, resultar em qualquer outra coisa – e talvez esquecendo a diferença – ou ignorar algumas coisas porque elas não podem ser medidas. Yule (S.D.). Tradução livre.

⁵¹ Quando o economista tenta explicar a determinação do preço em um mercado, ele está remetendo para a “lei” primária da economia: a lei da oferta e da procura. Copper, 1948. Tradução livre.

⁵² O Petróleo e a Macroeconomia desde a Segunda Guerra Mundial. Hamilton (1983). Tradução livre.

globais de 1975 e 1980. No Brasil, os impactos foram verificados com um lapso temporal maior, sendo a principal recessão a crise da dívida de 1982⁵³.

De acordo com Hamilton, as flutuações do preço do petróleo e propriamente do salto verificado em 1974 impactaram e geraram mudanças no comportamento do PNB real.

Como os preços do petróleo flutuaram antes das recessões, Hamilton mostrou que estes precediam as recessões. Pindyck e Rubinfeld (2004) relatam de maneira sistemática o teste de causalidade proposto por Hamilton em 1983⁵⁴.

Hipóteses nulas testadas:

- $H_1 : PNB \nrightarrow \text{Petróleo}$: mudanças no PNB real não causam mudança nos preços do petróleo
- $H_2 : \text{Petróleo} \nrightarrow PNB$: mudanças no preço do petróleo não causam mudança no PNB real

Enquanto Hamilton verifica que H_2 pode ser rejeitada, e H_1 não pode, ele conclui que existe evidência de forte relação entre os preços do petróleo e a economia.

Além deste trabalho, podemos citar outros importantes trabalhos como:

- Bohi (1989) – *Energy Price Shocks and Macroeconomic Performance*
- Cuñado & Pérez de Gracia (2000) – *Do Oil Price Shocks Matter? Evidence from some European Countries*
- Ferderer (1996) – *Oil Price Volatility and the Macroeconomy: A Solution to the Asymmetry Puzzle*
- Hamilton (1985) – *Historical Causes of Postwar Oil Shocks and Recessions*
- Hamilton (1999) – *What is an Oil Shock*, 1999
- Hamilton (2008) – *Understand Oil Prices*, 2008
- Hooker (1996) – *What Happened to the Oil Price-Macroeconomy Relation-ship?*

⁵³ É importante ressaltar que o exemplo da crise da dívida brasileira em 1982 não foi relacionado no artigo original, uma vez que seu estudo estava mais relacionado com o PNB mundial, entretanto é provável que a origem seja a mesma, dada as devidas proporções.

⁵⁴ São apresenatados apenas as hipóteses e resultados. Para as equações e coeficientes, consultar Pindyck & Rubinfeld, 2004: pp.281-282.

- Mork (1989) – *Oil and the Macroeconomy When Prices Go Up and Down: An Extension of Hamilton's Results*
- Pindyck (1980) – *Energy Price Increases and Macroeconomic Policy*
- Solow (1980) – *What to Do (Macroeconomically) when OPEC Comes*

Estes são apenas alguns trabalhos publicados a tratar do tema. Entretanto, se observa que todos estes trabalhos estão interessados com o desempenho das grandes economias desenvolvidas como os Estados Unidos, os principais países asiáticos, os membros da União Européia ou mesmo os países que fazem parte da OCDE. No Brasil, o tema é pouco discutido e a metodologia de séries temporais raramente é utilizada para relacionar a atividade econômica com o setor de energia.⁵⁵ Posto isto, essa dissertação busca fazer esta mensuração do ponto de vista do PNB mundial e brasileiro.

4.2 – Metodologia

A pesquisa será feita utilizando a metodologia de séries temporais. Para isto, são apresentados alguns conceitos básicos que serão utilizados nas seções subseqüentes.

4.2.1 – Série Temporal

Uma série temporal pode ser definida como qualquer conjunto de observações ordenadas no tempo. As séries temporais são utilizadas para várias finalidades e áreas do conhecimento, sendo exemplos:

- Valores diários da Bolsa de Valores de São Paulo;
- Valores anuais, semestrais ou trimestrais do PIB brasileiro;
- Registros diários do trânsito em São Paulo; etc.

Para o estudo, utilizaremos séries temporais discretas, ou seja, as observações são feitas em tempos específicos, e em geral, equipaçados, ou seja,

⁵⁵ É importante ressaltar que neste parágrafo se está fazendo menção exclusivamente as relações entre o setor energético e econômico. Não se pode generalizar que esta metodologia não seja utilizada para outras finalidades no setor de energia.

dado o conjunto $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$, a série temporal será denotada como $\{X_t : t \in T\}$, ou simplesmente $T = \{1, 2, \dots, n\}$.

4.2.2 – Processos estocásticos

De acordo com MORETTIN & TOLOI (2006), “seja T um conjunto arbitrário, um processo estocástico (ou uma função aleatória) é uma família $Z = \{Z(t), t \in T\}$, tal que, para cada $t \in T$, $Z(t)$ é uma variável aleatória”.

Na abordagem de BOX & JENKINS (1970), a variável aleatória de um modelo qualquer, como $y_t = (x_t^1 + x_t^2 + \dots + x_t^3) + \varepsilon_t$, ganha destaque, uma vez que o erro do modelo ε_t deve ter uma composição pequena na explicação da variável y_t .

Os processos estocásticos podem ser:

- **Estritamente estacionário:** “Um processo estocástico $Z = \{Z(t), t \in T\}$ diz-se estritamente estacionário se todas as distribuições finito-dimensionais permanecem as mesmas sob translação no tempo”, MORETTIN & TOLOI (2006). Logo, a média $\mu(t)$ e a variância $V(t)$ são constantes, ou $\mu(t) = \mu$ e $V(t) = \sigma^2$.
- **Fracamente estacionário:** Um processo estocástico $Z = \{Z(t), t \in T\}$ diz-se fracamente estacionário ou estacionário de segunda ordem (ou em sentido amplo), se e somente se satisfazer às condições abaixo (MORETTIN & TOLOI, 2006):
 - $E\{Z(t)\} = \mu(t) = \mu$, constante, para todo $t \in T$;
 - $E\{Z^2(t)\} < \infty$, para todo $t \in T$;
 - $\gamma(t_1, t_2) = \text{Cov}\{Z(t_1), Z(t_2)\}$ é uma função de $|t_1 - t_2|$.

As duas primeiras condições indicam que tanto a média como a variância são invariantes no tempo, e por sua vez, a terceira condição diz respeito que as autocovariâncias também são independentes no tempo. Quando trabalhamos com variáveis econômicas, na prática se adota este processo estocástico.

- **Fortemente estacionário:** “Um processo estocástico $Z = \{Z(t), t \in T\}$ diz-se Gaussiano se, para qualquer conjunto $t_1, t_2, \dots, t_n$ de T , as v.a. $Z(t_1), \dots, Z(t_n)$ têm distribuição normal n -variada”, MORETTIN & TOLOI (2006). Ou seja, $Z \sim N(\mu, \sigma^2)$.

Os principais processos de séries discretas, definidos de acordo com FAVA (2007), são:

- **Processo Ruído Branco:** Um processo ruído branco (*white noise*) é fracamente estacionário se a variável ε_t , para qualquer t :
 - $E(\varepsilon_t) = 0$;
 - $V(\varepsilon_t) = E(\varepsilon_t^2) = \sigma^2$;
 - $Cov(\varepsilon_t, \varepsilon_s) = E(\varepsilon_t \varepsilon_s) = 0, t \neq s$.

Agora se ele for um ruído branco estritamente estacionário, ou um ruído branco Gaussiano, o $\varepsilon_t \sim N$.

- **Processos da família ARIMA:**

- **Processo Auto-regressivo – AR (p):** De acordo com FAVA (2000), “esse modelo, Z_t é descrito apenas por seus valores passados e pelo ruído branco ε_t ”. Genericamente, um processo estocástico Z_t é denominado um processo AR se for descrito por: $Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t$, onde, ε_t é um ruído branco e ϕ s os parâmetros.

Considerando $Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t$ e utilizando o operador defasagem B , podemos reescrever a equação como: $Z_t = \phi_1 B Z_t + \phi_2 B^2 Z_t + \dots + \phi_p B^p Z_t + \varepsilon_t$, que é igual à $(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) Z_t = \varepsilon_t$, ou $\phi(B) Z_t = \varepsilon_t$.

A variância é dada por $\gamma_0 = \phi_1 \gamma_1 + \phi_2 \gamma_2 + \dots + \phi_p \gamma_p + \sigma_\varepsilon^2$ e a autocovariância é igual à $\gamma_k = \phi_1 \gamma_{k-1} + \phi_2 \gamma_{k-2} + \dots + \phi_p \gamma_{k-p}$.

- **Processo de Média-móvel – MA (q):** De acordo com FAVA (2000), “por esse modelo, a série Z_t resulta da combinação

linear dos choques aleatórios (ruídos brancos) ocorridos no período corrente e nos períodos passados”. Genericamente, um processo estocástico Z_t é denominado um processo MA se for descrito por: $Z_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$, onde, ε_t é um ruído branco e θ_s os parâmetros.

Considerando $Z_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$ e utilizando o operador defasagem B , podemos reescrever a equação como: $Z_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) \varepsilon_t$, ou $Z_t = \theta(B) \varepsilon_t$.

A variância é dada por $\gamma_0 = (1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \dots + \theta_q^2) \sigma_\varepsilon^2$ e a autocovariância é igual à $\gamma_k = (-\theta_k + \theta_1 \theta_{k+1} + \theta_2 \theta_{k+2} + \dots + \theta_{q-k} \theta_q) \sigma_\varepsilon^2$.

- **Processo Integrado – I (d):** Os processos integrados estudam se uma série é ou não estacionária. Esse conceito será aprofundado no item 4.2.3.
- **Processos ARIMAs (p,d,q):** Um processo ARIMA pode conter todos os componentes (p,d,q) ou nenhum deles (0,0,0), sendo este último nada mais do que um processo estocástico ruído branco. Se a série for estacionária a mesma pode ser um MA (0,0,q), AR (p,0,0) ou um ARMA (p,0,q). Agora se ela for integrada ou não estacionária ela pode ser um ARI (p,d,0), um IMA (0,d,q), ou um I (0,d,0), este último processo sendo também conhecido como *random walk*.

4.2.3 – Estacionariedade

De acordo com MORETTIN & TOLOI (2006), uma série temporal é estacionária quando “ela se desenvolve no tempo aleatoriamente ao redor de uma média constante, refletindo alguma forma de equilíbrio estável”.

Entretanto, observa-se que a maioria das séries econômicas são não-estacionárias, ou estacionárias em curtos períodos de tempo. Diversos estudos foram feitos mostrando o problema de se trabalhar com séries não-estacionárias, dentre os quais caem destaque:

- YULE (1926) é o primeiro a perceber esse problema e chega à conclusão que fazer regressões com variáveis não-estacionárias

poderiam gerar regressões chamadas por ele como “*nonsense*”, ou sem sentido;

- GRANGER & NEWBOLD (1974) também chamam a atenção para esse problema e denominam essas regressões como “*spurious regressions*”, ou simplesmente regressões espúrias. Para GRANGER & NEWBOLD (1974), *apud* FAVA (2000), é alta a “probabilidade de se aceitar estatisticamente a existência de causalidade entre duas variáveis geradas por dois passeios aleatórios independentes”;
- PHILLIPS (1986) aprofunda os estudos nesse sentido;
- NELSON & PLOSSER (1982) demonstram que a maioria das séries econômicas são não-lineares, necessitando a maioria delas serem diferenciada uma vez para tornarem-se lineares.

O procedimento para se linearizar uma série consiste em aplicar diferenças sucessivas à série original.

Dada uma série Z_t , a primeira diferença é definida como: $\Delta Z(t) = Z(t) - Z(t-1)$. Se a série precisar ser diferenciada mais uma vez para tornar-se linear, a segunda diferença é dada como: $\Delta^2 Z(t) = \Delta[\Delta Z(t)] = \Delta[Z(t) - Z(t-1)]$ ou seja, $\Delta^2 Z(t) = Z(t) - 2Z(t-1) + Z(t-2)$. De um modo geral, a n -ésima diferença de $Z(t)$ é $\Delta^n Z(t) = \Delta[\Delta^{n-1} Z(t)]$. Em condições normais, uma série econômica será estacionária com apenas uma diferenciação.⁵⁶

Para identificação se as séries são ou não estacionárias irá se utilizar à metodologia de DICKKEY & PANTULA – DP (1987) para averiguar se a série possui duas raízes-unitárias e DICKKEY & FULLER – ADF (1979) para verificar se a mesma é estacionária ou possui raiz unitária.

4.2.4 – Correlograma

Quando se plota o correlograma se pode visualizar as funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) defasada no tempo, sendo

⁵⁶ Uma série que necessita de uma diferenciação para ser estacionária pode ser chamada também de uma série integrada de ordem 1 $I(1)$, se necessitar de duas diferenciações pode ser chamada de ordem $I(2)$, e de modo geral pode ser chamada de ordem $I(n)$.

que o Eviews 5.0 permite visualizar o correlograma no nível, e nas primeira e segunda diferença da série.

Podemos visualizar se a série é ou não estacionária através da FAC. A FAC na defasagem k , indicada por ρ_k , é definida de acordo com GUJARATI (2000) como:

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} = \frac{\text{covariância na defasagem } k}{\text{variância}}$$

Já a FACP, indicada por ρ_{kk} , é a correlação entre Y_t e Y_{t-k} depois de se remover o efeito dos Y s intermediários.⁵⁷ Os padrões teóricos de FAC e FACP, podem ser visualizados na tabela 4.1.

Tabela 4.1: Padrões teóricos de FAC e FACP

Tipo de modelo	Padrão típico de FAC	Padrão típico de FACP
AR(p)	Declina exponencialmente ou com padrão de onda senoidal amortecida, ou ambos	Picos significativos através das defasagens p
MA(q)	Picos significativos através das defasagens q	Declina exponencialmente
ARMA(p, q)	Declina exponencial	Declina exponencialmente

Fonte: GUJARATI, pp. 748, 2000.

4.2.5 – Raíz Unitária

Considerando a equação $Z_t = \rho Z_{t-1} + \varepsilon_t$, e que ε_t seja um ruído branco, o objetivo é verificar se a equação é estacionária, ou se a mesma possui raízes unitárias, através das metodologias de DP e ADF.

4.2.5.1 – Teste de Dickey & Pantula – DP

O DP, apresentado em 1987, serve para verificar se a série temporal apresenta duas ou mais raízes unitárias. Como as séries econômicas na sua grande maioria são integradas de primeira ordem ou estacionárias, o DP será utilizado para

⁵⁷ Em séries de tempo, “uma grande proporção da correlação entre Y_t e Y_{t-k} pode ser devida às correlações que eles têm com as defasagens intermediárias $Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-k+1}$. A correlação parcial r_{kk} remove a influência dessas variáveis intermediárias”. (GUJARATI, 2000).

se verificar se a mesma apresenta ou não, no máximo, duas raízes unitárias, através das hipóteses: $H_0 : 2RU$ e $H_1 = 1RU$.

Considerando a equação $\Delta^2 Z_t = \alpha + \beta_t + \beta_1 \Delta Z_{t-1} + \beta_2 Z_{t-1} + \varepsilon_t$, onde Z_t é a variável no período t , α é a constante, β_t é a tendência, ε_t é o erro ruído branco, e os parâmetros a serem testados são os β_1 e β_2 .

De um modo geral, se os t estatísticos de β_1 e β_2 forem estatisticamente iguais à zero, aceitamos a H_0 , entretanto se β_1 for menor do que zero e β_2 igual à zero, aceitamos a H_1 .

Iniciamos sempre com um modelo mais parcimonioso, considerando a tendência e a presença de constante, e caso as mesmas forem estatisticamente insignificantes as mesmas são retiradas do modelo, através de testes estatísticos apropriados, apresentados no artigo de Dickey e Fuller em 1981.

4.2.5.2 – Teste de Dickey & Fuller Aumentado – ADF⁵⁸

O ADF, apresentado em 1981, serve para verificar se a série é estacionária ou se necessita ser diferenciada para tornar-se estacionária. As hipóteses neste caso a serem checadas são se a série é estacionária ou apresenta uma raiz unitária, através das hipóteses: $H_0 : \gamma=0 \rightarrow RU$ e $H_1 = \gamma < 0 \rightarrow AR(p)$. A diferença do ADF (1981) para o primeiro teste proposto por Dickey & Fuller (1979) é que este considerava uma hipótese alternativa restritiva, uma vez que considerava $H_1 = \gamma < 0 \rightarrow AR(1)$, sendo que este é para um processo AR de qualquer ordem.

Considerando a equação $\Delta Z_t = \alpha + \beta_t + \gamma Z_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta Z_{t-i} + \varepsilon_t$, onde Z_t é a variável no tempo t , α é a constante, β_t é a tendência, ε_t é o erro ruído branco, $\Delta Z_{t-1} = Z_{t-1} - Z_{t-2}$, e o parâmetro a ser testado γ .

Os testes para verificação das hipóteses são realizados através da equação $\hat{\gamma}/s\hat{\gamma}$ e devem ser consultados na tabela apresentada por Fuller em 1976 da estatística $\hat{\tau}_\tau \rightarrow \tau_\tau$.

⁵⁸ Apesar da existência de outros testes para verificação de estacionariedade ou séries integradas de ordem um, tais como os apresentados por Phillips & Perron em 1988 e o de Kwiatkowski, Phillips, Schmidt & Shin em 1992, será apenas considerado o teste ADF, mais comumente utilizado, para verificar se as séries são estacionárias ou integradas de primeira ordem.

Os testes individuais para se testar os parâmetros α e β_t são realizados através das estatísticas $\hat{\tau}_{\alpha\tau} \rightarrow \tau_{\alpha\tau}$, e $\hat{\tau}_{\beta\tau} \rightarrow \tau_{\beta\tau}$, apresentados por Dickey & Fuller em 1981.

Na tabela 4.2 são apresentadas as estatísticas e as regras de decisão dos modelos.

Tabela 4.2: Testes de Dickey-Fuller

Modelo estimado	H_0	Estatística do Teste	Regra de decisão
Com constante e tendência	$\gamma = 0$	$\tau_\tau = \text{estatística } t \text{ de } \hat{\gamma}$	$\tau_\tau > \text{valor crítico} \Rightarrow H_0 \text{ não é rejeitada}$
	$(\alpha, \beta, \gamma) = (0, 0, 0)$	$\phi_2 = \frac{SQR(3) - SQR(1)}{3 * SQR(1)/n}$	$\phi_2 < \text{valor crítico} \Rightarrow H_0 \text{ não é rejeitada}$
	$(\alpha, \beta, \gamma) = (\alpha, 0, 0)$	$\phi_3 = \frac{SQR(2) - SQR(1)}{2 * SQR(1)/n}$	$\phi_3 < \text{valor crítico} \Rightarrow H_0 \text{ não é rejeitada}$
Só com constante	$\gamma = 0$	$\tau_\mu = \text{estatística } t \text{ de } \hat{\gamma}$	$\tau_\mu > \text{valor crítico} \Rightarrow H_0 \text{ não é rejeitada}$
	$(\alpha, \gamma) = (0, 0)$	$\phi_1 = \frac{SQR(3) - SQR(2)}{2 * SQR(2)/n}$	$\phi_1 < \text{valor crítico} \Rightarrow H_0 \text{ não é rejeitada}$
Sem termos deterministas	$\gamma = 0$	$\tau = \text{estatística } t \text{ de } \hat{\gamma}$	$\tau > \text{valor crítico} \Rightarrow H_0 \text{ não é rejeitada}$

Notas: SQR (j) é a soma dos quadrados dos resíduos do modelo j. Para j = 1, se tem a presença de constante e tendência no modelo; para j = 2, se tem apenas a constante e; para j = 3 não se tem a presença de termos deterministas. Tabelas contendo os valores críticos para τ , τ_μ e τ_τ podem ser encontradas em Fuller (1976) e em MacKinnon (1991). Para ϕ_1 , ϕ_2 e ϕ_3 , as tabelas estão em Dickey & Fuller (1981).

Fonte: Fava (2000, pp. 247).

4.2.6 – Co-integração

Na econometria, a análise de co-integração é importante para se evitar fazer regressões espúrias, uma vez que as séries temporais costumam apresentar algum tipo de tendência. Como exemplo pode-se estabelecer uma relação de equilíbrio entre o consumo e a renda ($C = \beta_0 + \beta_1 Y$), supondo uma linearidade entre estas duas variáveis.

Entretanto, regressões mesmo apresentando um R^2 alto e um DW baixo, ou com $R^2 > DW$ devem ser consideradas com cautela, uma vez que esses resultados podem ser advindos de uma regressão espúria.

Phillips (1986) demonstra que não corremos o risco de se trabalhar com regressões espúrias no nível, mesmo que as variáveis necessitem ser diferenciadas, desde que elas sejam co-integradas.

De acordo com ENGLE & GRANGER (1987), pode-se definir co-integração como: Seja X_t um vetor ($N \times 1$), X_t é co-integrado de ordem (d,b) , denotado por $X_t \sim CI(d,b)$, se: (i) todos os componentes X_t são $I(d)$; (ii) existe um vetor $\alpha \neq 0$ tal que $Z_t = \alpha X_t \sim I(d-b)$, $b > 0$, sendo que α é o vetor de co-integração.

Isto quer dizer que para se poder fazer uma regressão, as variáveis devem ser estacionárias ou integradas de mesma ordem. Se isso ocorrer, as variáveis podem ser regredidas, sendo que se a regressão for significativa, verificasse a segunda condição de co-integração através dos resíduos da regressão, que deverão ser estacionários, quando testados através de testes de raiz unitária.

Se a regressão não for significativa no nível, a mesma poderia ser refeita utilizando a primeira diferença das variáveis, entretanto tal solução não será adotada, pois quando regredimos as variáveis nas suas primeiras diferenças, reduz-se ou mesmo se elimina a tendência, escondendo as propriedades de longo prazo da relação entre as variáveis econômicas, o que em última instância é uma das razões de se trabalhar com as variáveis no nível (FAVA, 2000: pp. 250).

4.2.7 – Causalidade no sentido de Granger

Correlação não implica necessariamente causalidade causação no sentido da palavra e muitas regressões podem ser realizadas de maneira que seus resultados sejam espúrios.

Granger (1969) percebendo isto propôs abordagem de forma a explicar que a regressão não seria espúria se uma variável endôgena pudesse ser explicada a partir de valores passados de um conjunto de variáveis exógenas, onde à medida que fossem adicionadas defasagens nas séries, o poder explicativo das mesmas melhoraria, ou seja, a causalidade de Granger não diz respeito ao sentido de causação e sim no sentido de precedência temporal.

Considerando as regressões: $y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \dots + \alpha_l y_{t-l} + \beta_1 x_{t-1} + \dots + \beta_l x_{t-l} + \varepsilon_t$, e $x_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_{t-1} + \dots + \alpha_l x_{t-l} + \beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_l y_{t-l} + \mu_t$, com diversas possibilidades para (x, y) , irá se testar a hipótese de $B_1 = B_2 = \dots = B_l = 0$ para cada equação.

A H_0 será dada como: $H_0: \begin{cases} x \text{ não Granger-causa } y, e \\ y \text{ não Granger-causa } x \end{cases}$

A estatística será representada pelo teste F. Como regra de decisão tem-se que se a mesma for significativa, rejeitamos a H_0 , ou seja, a variável Granger-causa a outra. O resultado sempre é apresentado em pares, sendo que os resultados possíveis são: (i) Granger-causa nas duas equações, (ii) de apenas uma equação ser Granger-causa, e (iii) não Granger-causa nas duas equações.

4.3 – Dados

As séries temporais estudadas serão representadas pelas siglas⁵⁹:

- PNBM Produto Nacional Bruto Mundial
- PNBB Produto Nacional Bruto Brasileiro
- PPN Preço do Petróleo Nominal
- PPR Preço do Petróleo Real

Elas apresentam periodicidade anual, começando no ano de 1969 até 2008, sendo ao todo a séries constituídas por 40 observações cada.

Na figuras 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4, se observam os histogramas e respectivas estatísticas descritivas:

⁵⁹ As tabelas, com as séries e fontes podem ser visualizadas nos anexos 2, 3 e 6. Sempre que essas siglas forem precedidas da letra D, significa que as mesmas estão na sua primeira diferença. Da mesma forma, se as siglas forem precedidas da letra L, significa que as séries estão na sua forma logarítmicas. Estando por sua vez precedidas de DL, significa que as séries estão na sua forma logarítmicas e diferenciadas uma vez.

Figura 4.1: Histograma e estatística descritiva para PNBM:

Fonte: Anexo 2. Elaboração própria com auxílio do EViews 5.0.

Figura 4.2: Histograma e estatística descritiva para PNBB:

Fonte: Anexo 3. Elaboração própria com auxílio do EViews 5.0.

Figura 4.3: Histograma e estatística descritiva para PPN:

Fonte: Anexo 5. Elaboração própria com auxílio do EViews 5.0.

Figura 4.4: Histograma e estatística descritiva para PPR:

Fonte: Anexo 6. Elaboração própria com auxílio do EViews 5.0.

Observando as estatísticas descritivas, algumas observações podem ser feitas:

(i) Todas as séries, com exceção da figura 4.3, possuem o valor da curtose⁶⁰

$K = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{y_i - \bar{y}}{\hat{\sigma}} \right)^4$ menor do que três, ou seja, elas possuem distribuições

⁶⁰ Nas distribuições normais, o valor da curtose é igual a três.

achatadas ou platicúrticas [curva (c) na figura 4.5]. No caso da série PPN, se observa que a mesma apresenta um excesso de curtose, sendo que está possui caudas longas ou leptocúrtica [curva (a) no exemplo 4.5];

Figura 4.5: Exemplos de curtose:

Nota: Curtose é um indicador do achatamento da curva da função de densidade, significando valores mais altos para curvas afuniladas e mais baixos para curvas achatadas. Na curva (a) temos um excesso de curtose positivo, indicando ser uma série com caudas longas ou leptocúrtica; em (b) o excesso é nulo, exemplo de uma série mesocúrtica; em (c) se observa um excesso de curtose negativo, indicando que a série é achatada ou platicúrtica.

Fonte: MSPC informações técnicas, disponível em http://www.mspc.eng.br/matm/prob_est320.shtml, acesso em 08/06/2009.

(ii) Nas séries, o valor da assimetria⁶¹ $S = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{y_i - \bar{y}}{\hat{\sigma}} \right)^3$ é positivo, indicando

que as distribuições são assimétricas à esquerda [curva (a) na figura 4.6];

Figura 4.6: Exemplos de assimetria:

Nota: A assimetria é uma medida de igualdade ou desigualdade da distribuição em torno de uma média. Na curva (a), em casos de assimetria positiva, verifica-se que a desigualdade em relação à média encontra-se a esquerda; em (b), quando a assimetria é zero se percebe que a curva tem um comportamento de igualdade ao longo de sua distribuição; e em (c), em casos de assimetria negativa, verifica-se que a desigualdade da curva em relação a média encontra-se a direita.

Fonte: MSPC informações técnicas, disponível em http://www.mspc.eng.br/matm/prob_est320.shtml, acesso em 08/06/2009.

⁶¹ Nas distribuições normais, o valor da assimetria é igual a zero.

(iii) O teste de Jarque-Bera, representado pela equação $JB = N\left(\frac{S^2}{6} + \frac{(K-3)^2}{24}\right)$, normalmente é utilizado para testar a hipótese de normalidade, e o valor calculado de JB é comparado com a distribuição Qui-quadrado (X^2) com dois graus de liberdade⁶². Como os resultados dos testes de JB foram respectivamente $0,80 < 2,45 < 4,66 < \mathbf{5,99} < 55,08$, verifica-se que não se pode rejeitar a hipótese de normalidade das séries, com exceção da série PPN.

A seguir, se irão visualizar os gráficos das variáveis, nas figuras 4.7, 4.8, 4.9 e 4.10.

⁶² O valor tabelado do X^2 com dois graus de liberdade a 5% de significância é 5,99.

Figura 4.7: Gráfico das séries PNBM, PNBB, LPNBM e LPNBB

Fonte: Anexos 2 e 3. Elaboração própria com auxílio do EViews 5.0.

Figura 4.8: Gráfico das séries PPN, PPR, LPPN e LPPR

Fonte: Anexos 5 e 6. Elaboração própria com auxílio do EViews 5.0.

Figura 4.9: Gráfico das séries DPNBM, DPNBB, DLPNBM e DLPNBB

Fonte: Anexos 2 e 3. Elaboração própria com auxílio do EViews 5.0.

Figura 4.10: Gráfico das séries DPPN, DPPR, DLPPN e DLPPR

Fonte: Anexos 5 e 6. Elaboração própria com auxílio do EViews 5.0.

Tabela 4.3: Estatística descritiva para todas as séries consideradas

	PNBM	PNBB	PPN	PPR	LPNBM	LPNBB	LPPN	LPPR
Mean	29466.69	658.5267	24.12027	40.95575	10.23503	6.421252	2.854746	3.544943
Median	28762.56	669.4950	19.15165	33.07500	10.26667	6.506521	2.952371	3.498632
Maximum	49510.68	1126.150	97.03500	96.17000	10.80994	7.026560	4.575072	4.566117
Minimum	15029.34	232.2100	1.790000	9.650000	9.617760	5.447642	0.582216	2.266958
Std. Dev.	9885.389	228.7284	19.21393	23.51308	0.341913	0.394975	0.931928	0.606524
Skewness	0.382340	0.018607	1.906363	0.832785	-0.067732	-0.752503	-0.996788	-0.269747
Kurtosis	2.058381	2.306811	7.302285	2.841602	1.907738	2.963183	3.940525	2.495680
Jarque-Bera	2.452302	0.803161	55.07755	4.665356	2.018979	3.777336	8.098219	0.908990
Probability	0.293420	0.669261	0.000000	0.097036	0.364405	0.151273	0.017438	0.634769
Sum	1178667.	26341.07	964.8109	1638.230	409.4010	256.8501	114.1898	141.7977
Sum Sq. Dev.	3.81E+09	2040351.	14397.83	21561.72	4.559269	6.084217	33.87110	14.34696
Observations	40	40	40	40	40	40	40	40

Fonte: Anexos 2, 3, 5 e 6. Elaboração própria com auxílio do Eviews 5.0.

Tabela 4.4: Metodologia de Hinkey para selecionar variáveis

	PNBM	PNBB	PPN	PPR	LPNBM	LPNBB	LPPN	LPPR
d_λ	0.07	0.05	0.26	0.34	0.09	0.22	0.10	0.08

Nota: Hinkey (1977) sugere que se calcule a média, mediana e um estimador de escala (desvio padrão ou algum estimador robusto) e, então, para a transformação Z_t^λ e λ tomando valores ..., -1/2, -1/4, 0 1/4, 1/2, 1, 2, 3, ..., escolha-se o valor de λ que minimize $d\lambda = \frac{|\text{média} - \text{mediana}|}{\text{medida de escala}}$,

que pode ser vista como uma medida de assimetria; numa distribuição simétrica, $d_\lambda = 0$.

Fonte: MORETTIN & TOLOI, 2006. Elaboração própria.

Considerando os gráficos apresentados nas figuras 4.7 e 4.8, e considerando os valores de d_λ , apresentados na tabela 4.4, as variáveis com dados mais simétricos ou próximos de uma distribuição normal são respectivamente: as séries PNBM e PNBB, e as transformadas LPPN e LPPR, variáveis estas que serão utilizadas para dar continuidade aos outros testes.

Por sua vez, seus respectivos correlogramas podem ser visualizados nas figuras 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17 e 4.18.

Figura 4.11: Correlograma do PNBM

Fonte: Anexo 2. Elaboração própria com auxílio do EViews 5.0.

Figura 4.12: Correlograma do DPNBM

Fonte: Anexo 2. Elaboração própria com auxílio do EViews 5.0.

Figura 4.13: Correlograma do PNBB

Fonte: Anexo 3. Elaboração própria com auxílio do EViews 5.0.

Figura 4.14: Correlograma do DPNBB

Fonte: Anexo 3. Elaboração própria com auxílio do EViews 5.0.

Figura 4.15: Correlograma do LPPN

Fonte: Anexo 5. Elaboração própria com auxílio do EViews 5.0.

Figura 4.16: Correlograma do DLPPN

Fonte: Anexo 5. Elaboração própria com auxílio do EViews 5.0.

Figura 4.17: Correlograma do LPPR

Fonte: Anexo 6. Elaboração própria com auxílio do EViews 5.0.

Figura 4.18: Correlograma do DLPPR

Fonte: Anexo 6. Elaboração própria com auxílio do EViews 5.0.

De acordo com GUJARATI (pp. 748, 2000), percebemos nas figuras 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17 e 4.18 que as FACs declinam exponencialmente ou com padrão de onda senoidal, indicando a presença de padrão $AR(p)$, ou seja, não se pode aceitar que as séries sejam estacionárias, indicando que as mesmas apresentam padrão estocástico heterocedástico e provavelmente necessitam de diferenças sucessivas até tornarem-se estacionárias.

4.4 – Resultados

4.4.1 – Raiz unitária

Após verificar que as séries apresentam comportamento estocástico heterocedástico, realizaram-se os testes de raiz unitárias, apresentados nas seções 4.2.5.1 (DP) e 4.2.5.2 (ADF).

A estratégia dos testes é começar sempre com um modelo mais parcimonioso, considerando constante e tendência, e se estes componentes não forem significativos os mesmos vão sendo retirados do modelo. O primeiro passo é, utilizando a metodologia de DP, testar a existência de no máximo duas raízes unitárias através das hipóteses: $H_0 = 2RU$ e $H_1 = 1RU$. Se a hipótese nula de duas raízes unitárias for rejeitada, se realizará o teste ADF para determinar se a série é estacionária ou possui uma raiz unitária.

Na tabela 4.5, se visualiza os resultados do teste de DP.

Tabela 4.5: Teste de DP

	$\hat{\beta}_t$	$\hat{\alpha}$	$\hat{\beta}_1$
PNBM (1)	2.50	2.12	-3.99 (c)
PNBM (2)	-	2.75	-2.91 (b)
PNBM (3)	-	-	-0.90 (b)
PNBB (1)	0.51	1.72	-4.35 (b)
PNBB (2)	-	3.42	-4.39 (b)
PNBB (3)	-	-	-2.43 (a)
LPPN (1)	-0.56	1.37	-5.60 (b)
LPPN (2)	-	1.84	-5.63 (b)
LPPN (3)	-	-	-5.16 (a)
LPPR (1)	-0.29	0.81	-5.82 (b)
LPPR (2)	-	1.19	-5.89 (b)
LPPR (3)	-	-	-5.74 (a)

Notas: (1) Modelo com constante e tendência; (2) Somente com constante; (3) Sem termos deterministas. **(a)** Rejeita a hipótese de 2RU a 1%, 5% e 10%; **(b)** Rejeita a hipótese de 2RU a 5% e 10%; **(c)** Somente rejeita a hipótese de 2RU a 10% de nível de significância. **(a)**, **(b)** e **(c)** comparados com os valores críticos $\hat{\beta}_1$ do anexo A32.

Fonte: Anexos A7, A8, A9 e A10. Elaboração própria.

Depois de descartar a presença de duas raízes unitárias para as séries, realizaram-se os testes ADF. Os resultados observados⁶³ mostram que todas as séries precisam ser diferenciadas uma vez para tornarem-se estacionárias, ou seja, elas são integradas de primeira ordem.

Os resultados obtidos foram:

- PNBM é integrada de ordem 1 – I(1), com constante e tendência⁶⁴;
- PNBB é I(1) somente com constante⁶⁵;
- LPPN e LPPR são I(1) sem os termos deterministas⁶⁶.

4.4.2 – Co-integração

Como as séries são integradas de mesma ordem, sendo todas I(1), a regressão entre elas pode ser realizada com as variáveis no nível. Como o

⁶³ Verificar os anexos A11, A12, A13, ..., A29 e A30.

⁶⁴ Verificar anexo A14.

⁶⁵ Verificar anexo A19.

⁶⁶ Para LPPN verificar anexo A24 e para LPPR A30.

procedimento de Engle & Granger (1987) permite trabalhar apenas com variáveis duas a duas, foram propostas as regressões:

- $LPPN = f(PNBM)$;
- $LPPR = f(PNBM)$;
- $LPPN = f(PNBB)$;
- $LPPR = f(PNBB)$.

Os resultados obtidos foram que todas as regressões propostas tiveram os parâmetros significativos, sendo as regressões válidas⁶⁷.

A condição proposta para verificar se as equações são co-integradas, como proposto por Engle & Granger (1987) e verificar se os resíduos das equações são estacionários. O resultado obtido, considerando um nível de significância de 5% é que apenas as regressões $LPPN = f(PNBM)$ e $LPPN = f(PNBB)$ são co-integradas, sendo que as regressões $LPPR = f(PNBM)$ e $LPPR = f(PNBB)$ não, sendo consideradas regressões, apesar de válidas, espúrias.

4.4.3 – Causalidade no sentido de Granger

Considerando a metodologia apresentada no item 4.2.7, testou-se a hipótese nula da variável 1 não Granger-causa a variável 2. Como o teste é sensível a defasagens no tempo, testou-se a H_0 considerando várias defasagens. Se a estatística for significativa, rejeitamos a H_0 . O resultado do teste é apresentado na tabela 4.6.

⁶⁷ Verificar anexos A33, A35, A37 e A39.

Tabela 4.6: Causalidade no sentido de Granger

H_0	2 defasagens		4 defasagens		6 defasagens		8 defasagens		10 defasagens		12 defasagens	
	Est. F	Prob.	Est. F	Prob.	Est. F	Prob.	Est. F	Prob.	Est. F	Prob.	Est. F	Prob.
LPPR NGC LPPN	0.364	0.697	1.978	0.126	2.219	0.082***	2.442	0.065***	1.282	0.360	0.810	0.660
LPPN NGC LPPR	0.431	0.653	1.789	0.160	1.583	0.201	1.779	0.160	0.830	0.614	0.629	0.757
PNBB NGC LPPN	1.317	0.282	1.184	0.340	2.718	0.041**	2.232	0.086***	1.977	0.160	2.032	0.306
LPPN NGC PNBB	0.310	0.736	0.122	0.973	1.044	0.426	1.283	0.322	1.954	0.164	1.884	0.330
PNBM NGC LPPN	2.577	0.091***	1.624	0.197	1.628	0.189	1.805	0.154	1.091	0.452	1.797	0.346
LPPN NGC PNBM	1.559	0.226	0.544	0.705	0.988	0.458	2.261	0.082***	1.399	0.312	5.844	0.086***
PNBB NGC LPPR	0.389	0.681	0.710	0.592	2.209	0.083***	2.127	0.099***	1.684	0.223	1.817	0.343
LPPR NGC PNBB	0.266	0.768	0.104	0.980	1.010	0.445	1.159	0.383	1.754	0.206	1.913	0.325
PNBM NGC LPPR	1.760	0.188	1.109	0.373	1.143	0.373	1.556	0.219	0.802	0.634	1.343	0.454
LPPR NGC PNBM	1.249	0.300	0.422	0.791	0.919	0.501	2.206	0.089***	1.616	0.241	4.017	0.139
PNBM NGC PNBB	6.119	0.005*	3.900	0.013**	4.378	0.005*	3.273	0.023**	2.585	0.084***	6.875	0.069***
PNBB NGC PNBM	0.136	0.874	1.058	0.396	0.932	0.493	0.503	0.836	0.233	0.984	0.341	0.923

Notas: Siglas: H_0 para hipótese nula; Est. F para estatística F; Prob. para probabilidade; e NGC para não Granger-causa. Nível de significância: *

Significativo à 1%; ** Significativo à 5%; e *** Significativo à 10%.

Fonte: Anexos A2, A3, A5 e A6. Elaboração própria com auxílio do EViews 5.0.

De acordo com os resultados obtidos, se verifica que o LPPN Granger-causa apenas o Produto Nacional Bruto Mundial, quando considerado com 8 e 12 defasagens. Já o LPPR Granger-causa apenas o Produto Nacional Bruto Mundial, considerando apenas 8 defasagens. No caso brasileiro, não se verificou causalidade no sentido de Granger das variáveis LPPN e LPPR.

Na tabela verifica-se também outros resultados importantes, como o fato da economia mundial (PNBM) apresentar causalidade no sentido de Granger sobre a economia brasileira (PNBB), resultado este importante e esperado, dado que o Brasil está inserido num contexto capitalista mundial, mas que neste trabalho foge do escopo do que se é proposto.

CONCLUSÕES

Com este trabalho, verificou-se que:

- i. O petróleo, dadas suas características e utilizações energéticas e não energéticas, é um insumo importante na atividade econômica como um todo. Entretanto se observou que sua disponibilidade é finita e distribuída geograficamente de maneira irregular, estando os grandes pólos consumidores em regiões diferentes dos produtores. Outro ponto observado é a concentração de mercado, tanto do ponto de vista dos exportadores, como dos produtores e elevada, além dos preços praticados no mercado internacional serem extremamente voláteis.
- ii. Outro ponto relevante a ser destacado é que a indústria petrolífera, ao longo de sua história passa por diversas fases, desde o seu descobrimento, com produção local e privada até tornar-se mundial, com forte controle estatal. Esta medida em parte foi direcionada por políticas nacionais como forma de diminuir a concentração do mercado petrolífero, o que de certa forma teve bons resultados até a formação do cartel da OPEP. Numa estrutura de mercado imperfeita, pode-se inferir que a OPEP atua como firma dominante, sendo que os outros produtores, denominados como uma franja competitiva, sozinhos não tem muita influência sobre o preço e quantidades transacionadas no mercado mundial.

Dada importância do petróleo na atividade econômica e sua volatilidade de preços no mercado nacional, seria fácil supor que o mesmo apresenta impacto significativo como um todo na atividade econômica. Para tanto foi formulada a hipótese de que o petróleo apresentava influência significativa sobre a economia mundial e pouca influência sobre a economia nacional, ou

$$H_o : \begin{cases} \text{petróleo} \rightarrow \text{economia mundial;} \\ \text{petróleo} \nrightarrow \text{economia nacional.} \end{cases}.$$

A hipótese foi formulada levando-se em consideração que grande parcela do produto nacional bruto mundial é formada pelos principais países desenvolvidos, ou seja, os que necessitam de volumosos insumos energéticos e não energéticos para manter o crescimento e desenvolvimento econômico, principalmente os insumos

oriundos do petróleo⁶⁸. No caso brasileiro, considerou-se que o consumo por este insumo, apesar de significativo, tivesse um impacto menor dada a grande oferta interna de energia hidráulica e oriunda de biomassa e cana-de-açúcar⁶⁹.

A metodologia adotada foi verificar tal hipótese através de modelos econométricos de séries temporais.

A primeira observação a ser feita foi no comportamento das séries estudadas, verificando-se que todas apresentaram comportamento estocástico heterocedástico, sendo necessário as mesmas serem diferenciadas uma vez para tornarem-se estacionárias.

Como todas as variáveis foram $I(1)$, foi proposto regressões no nível para: $LPPN = f(PNBM)$, $LPPR = f(PNBM)$, $LPPN = f(PNBB)$ e $LPPR = f(PNBB)$, sendo que os resíduos das mesmas foram estacionários apenas para: $LPPN = f(PNBM)$ e $LPPR = f(PNBB)$, sendo as outras duas num nível de significância de 5% espúrias, de acordo com a metodologia de Engle & Granger (1987).

Por último foi proposto o teste de causalidade no sentido de Granger (1969) e de acordo com os resultados obtidos, verificou-se que o LPPN Granger-causa apenas o Produto Nacional Bruto Mundial, quando considerado com oito e doze defasagens. Já o LPPR Granger-causa apenas o Produto Nacional Bruto Mundial, considerando apenas oito defasagens. No caso brasileiro, não se verificou causalidade no sentido de Granger das variáveis LPPN e LPPR.

No geral, se pode aceitar a hipótese petróleo $\rightarrow$ economia mundial, tanto pela proposta de co-integração como no sentido de Granger, quando considerada a variável LPPN. No caso brasileiro, rejeitou-se a hipótese petróleo $\nrightarrow$ economia nacional através da proposta de co-integração, considerando apenas a variável LPPN e se aceitou essa mesma hipótese sob a metodologia de Granger (1969). Como a hipótese petróleo $\rightarrow$ economia mundial foi aceita nos dois testes propostos, e a petróleo $\nrightarrow$ economia nacional apenas na metodologia de Engle & Granger, o segundo modelo não sustenta um resultado tão robusto, o que não leva a rejeitar a hipótese

$$H_o : \begin{cases} \text{petróleo} \rightarrow \text{economia mundial;} \\ \text{petróleo} \nrightarrow \text{economia nacional.} \end{cases} \text{ proposta no início do trabalho.}$$

⁶⁸ Consultar tabela I.1 e anexo 4.

⁶⁹ Consultar tabela I.2.

Observando as figuras C1 e C2, percebe-se que do ponto de vista mundial, tanto o uso de energia como o consumo de petróleo aparentemente são significativos para a economia mundial. Entretanto, ambos estão perdendo importância, sendo que está tendência é mais acentuada para o petróleo no período presente.

Figura C1: PNB versus uso de energia

Nota: G1: Países da OCDE; G2: Países não-OCDE.

Fonte: EIA, International Energy Outlook, 2008, pp. 19.

Figura C2: PNB mundial versus consumo mundial de petróleo

Fonte: BP, World Markets in the Approach to War, sem data.

Estas figuras corroboram parcialmente com os resultados obtidos⁷⁰. Estudos mais detalhados devem ser realizados, considerando outras variáveis como consumo, investimento e etc. Ademais, como se observa um descolamento entre as tendências, o modelo deve ser periodicamente revisado com a finalidade de manter

⁷⁰ Uma vez que foram realizadas apenas sob o ponto de vista da economia mundial.

a sua confiabilidade e poder explicativo. Dado a dinâmica econômica, resultados diferentes poderam ser observados daqui a n anos,

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Portaria ANP nº 9, de 21 de janeiro de 2000, publicado no Diário Oficial da União – DOU – em 24 de janeiro de 2000.
- ARROW, Kenneth J. & LEHMANN, E.L. *Harold Hotelling: A Biographical Memoir*. Washington, DC: The National Academies Press, 2005. Disponível em: <http://newton.nap.edu/html/biomems/hhotelling.pdf>, acesso em 20 mai 2006.
- BLOOMBERG. *Market Data: Commodities, energy prices*. Disponível em <http://www.bloomberg.com/markets/commodities/energyprices.html>, acesso em 14/07/2009.
- BRENNER, Robert. *O Boom e a Bolha: Os Estados Unidos na Economia Mundial*. Rio de Janeiro: Record, 2003.
- BRITISH PETROLEUM. *World Markets in the Approach to War*. Disponível em: http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/STAGING/global_asset_s/downloads/W/World_markets_in_the_Approach_to_War_Peter_Davies.ppt, acesso em 08/05/2009, sem data.
- BOHI, Douglas R. *Energy Price Shocks and Macroeconomic Performance*. Washington D.C.: Resources for the Future, 1989.
- BOX, G. E. & JENKINS, G. M. *Time series analysis: forecasting and control*. San Francisco: Holden Day, 1970.
- CANUTO, José R. *Petróleo*. Disponível em: <http://www.igc.usp.br/geologia/petroleo.php>, acesso em 01/06/2006.
- COPPER, Gershon. The Role of Econometric Models in Economic Research. In: *Journal of Farm Economics*, vol. 30, no. 1, fevereiro de 1948. Disponível em: <http://cowles.econ.yale.edu/P/cp/p00a/p0027b.pdf>, acesso em 09/05/2009.
- CUÑADO, Juncal & DE GRACIA, Fernando P. *Do Oil Price Shocks Matter? Evidence from Some European Countries*. Working paper, University of Navarra, 2000.
- DEFEO, Ricardo. *Como Descobrimos Petróleo*. Disponível em: <http://www.clickmacae.com.br/Petroleo/?sec=53&cod=41&pag=coluna>, acesso em 03/04/2006.

DICKEY, David A. & FULLER, Wayne A. Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *In: Econometrica*, Vol. 49, no. 04, pp. 1057-1072, 07/1981.

_____. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *In: Journal of the American Statistical Association*, Vol. 74, no. 366, pp. 427-431, 06/1979.

_____ & PANTULA, S.G. Determining the order of differencing in autoregressive process. *In: Journal of Business and Economic Statistics*, 15, pp. 455-461, 1987.

DUTRA, Luis E. D. & CECCHI, José C.. *Petróleo, preços e tributos*. Rio de Janeiro: Tama, 1998.

EICHENGREEN. Barry. *A Globalização do Capital: Uma História do Sistema Monetário Internacional*. São Paulo: Editora 34, 2000.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. *Annual Oil Market Cronology 2008*. Disponível em <http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/AOMC/Overview.html>, acesso em 04/04/2009.

_____. *Energy Information Administration – Country Energy Profiles 2008*. Disponível em: <http://tonto.eia.doe.gov/country/index.cfm>, acesso em: 05/06/2009.

_____. *International Energy Outlook 2008*. Disponível em www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html. Acesso em 06/04/2009.

_____. *Monthly Energy Review 03/2009*. Disponível em: <http://eia.doe.gov/mer>, acesso em: 24/03/2009.

_____. Worldwide Look at Reserves and Production. *In: Oil & Gas Journal*, Vol. 105, no. 48, 24/12/2007, *apud* International Energy Outlook 2008.

_____. *Europe Brent Spot Price FOB (Dollars per Barrel)*. Disponível em <http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/hist/rbrtem.htm>, acesso em 14/07/2009.

ENGLE, R.F. & GRANGER, C.W.J. Cointegration and Error Correction: Representation, estimation, and testing. *In: Econometrica*, 55(2), pp. 251-276, 1987.

- EViews 5.0. Quantitative Micro Software. Irvine, Califórnia, 2004.
- FAUCHEUX, Sylvie & NOËL, Jean-François. *Economia dos Recursos Naturais e do Meio Ambiente*. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.
- FAVA, V. L. Cap. 09: Análise de Séries de Tempo; Cap 10: Metodologia de Box-Jenkins para Modelos Univariados & Cap 12: Testes de Raízes Unitárias e Co-Integração. In: *Manual de Econometria: Nível Intermediário*. São Paulo: Atlas, 2000.
- FERDERER, Peter. Oil Price Volatility and the Macroeconomy: A Solution to the Asymmetry Puzzle. In: *Journal of Macroeconomics*, 18, pp. 1-16, 1996.
- GALINDO, Alejandro. *Determinación del Precio Internacional del Petróleo: Opciones para México*. México: Fondo de Cultura Económica, 1994.
- GARÓFALO, Gílson de L. & CARVALHO, Luiz C. P. *Teoria Microeconômica*. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- GRANGER, C.W.G. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. In: *Econometrica*, 37(3), pp. 424-438, 1969.
- _____. & Newbold, P. Spurious Regressions in Econometrics. In: *Journal of Econometrics*, 2, pp. 111-120, 1974.
- GUJARATI, Damodar N. *Econometria Básica*. São Paulo: Makron Books, 3ª ed., 2000.
- HAMILTON, James D. Oil and the Macroeconomy since World War II. In: *The Journal of Political Economy*. Vol. 91, no. 02, pp. 228-248, 04/1983.
- _____. Historical Causes of Postwar Oil Shocks and Recessions. In *Energy Journal*, 6, pp. 97-116, 1985.
- _____. *What is an Oil Shock?* Working paper, University of California, San Diego, 1999.
- _____. *Understand Oil Prices*. Working paper, University of Califórnia, San Diego, 2008.
- HICKS, John R. *Valor y Capital*. México: Fondo de Cultura Económica, 1977.
- HINKLEY, D. On quick choice of power transformation. In: *Applied Statistics*, 26, pp. 67-69, 1977.
- HOBBSAWM, Eric. *Era dos Extremos – O Breve Século XX: 1914-1991*. 2ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.
- HOOKE, Mark. What Happened to the Oil Price-Macroeconomy Relationship? In: *Journal of Monetary Economics*, 38, pp. 195-213, 1996.
- HOTELLING, Harold. The Economics of Exhaustible Resources. In: *The Journal of Political Economy*, Vol. 39, no. 02, pp. 137-175, 04/1931.

- KINDLEBERGER, C. & HERRICK, B. *Economic Development*. 3^a ed., 1977.
- KON, Anita. *Economia Industrial*. São Paulo: Nobel, 1994.
- KUZNETS, Simon. *Crescimento Econômico Moderno*. São Paulo: Abril Cultural, 1983.
- KWIATKOWSKI, D.; PHILLIPS, P.C.B.; SCHMIDT, P. & SHIN, Y. Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of Unit Root. *In: Journal of Econometrics*, 54, pp. 159-178, 1992.
- LABINI, Paolo Sylos. *Oligopólio e Progresso Técnico*. São Paulo: Abril Cultural, 1984.
- LÊNIN, Vladimir I. *O Imperialismo: Fase superior do capitalismo*. São Paulo: Centauro, 2002.
- LOMBORG, Bjørn. *O Ambientalista Cético: Revendo a Real Situação do Mundo*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.
- LUSTOSA, Maria C. J. & MAY, Peter H.; VINHA, Valéria G.. Apresentação. *In: Economia do Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003, págs. XI-XVII.
- MADDALA, G. S. & KIM, In-Moo. *Unit Roots, Cointegration and Structural Change*. Cambridge: University Press, 2004.
- MARINHO JR., Ilmar Penna. *Petróleo: Política e Poder – Um Novo Choque do Petróleo?*. Rio de Janeiro: José Olympio Editora, 1989.
- MARTIN, Stephen. *Industrial Economics: Economics Analysis and Public Policy*. Nova Iorque: Mjascmillan Publishing Company, 1988.
- MARX, Karl. *O Capital*. V. 3, Tomo 1. São Paulo: Abril Cultural, 1984.
- MEADOWS, Donella; RANDERS, Jorgen; MEADOWS, Dennis. *Limites do Crescimento: Um relatório para o projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade*. São Paulo: Perspectiva, 1973.
-
- _____. *Beyond the Limits: Confronting global collapse, envisioning a sustainable future*. Chelsea green Publishing Company, 1992.
-
- _____. *Limits to Growth: The 30-Year Update*. Estados Unidos: Chelsea Green Publishing Company, 2004.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Balanco Energético Nacional 2008, ano base 2007*. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2008.

- MORETTIN, Pedro A. & TOLOI, Clélia M. C. *Análise de Séries Temporais*. São Paulo: Edgard Blücher, 2^a ed., 2006.
- MORK, Knut A. Oil and the Macroeconomy When Prices Go Up and Down: An Extension of Hamilton's Results. *In: Journal of Political Economy*, 91, pp. 740-744, 1989.
- MSPC informações técnicas. *Probabilidade e Estatística III-20*. Disponível em http://www.mspc.eng.br/matm/prob_est320.shtml, acesso em 08/06/2009.
- NELSON, C.R. & PLOSSER, C.I. Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series. *In: Journal of Monetary Economics*, 10, pp. 139-162, 1982.
- NOVA ENCICLOPÉDIA BARSA. São Paulo: Encyclopaedia Britannica do Brasil Publicações LTDA., 1998, 11v.
- PELIN, Eli R. Preço Internacional do Petróleo no Longo Prazo. *In: Estudos Econômicos*, v.18, no. 3, págs. 509-543. São Paulo: IPE, 1988.
- PERTUSIER, Rafael. *Sobre a Eficiência da OPEP como Cartel e de suas Metas como Parâmetros de Referência para os Preços do Petróleo*. 2004. 137f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- PHILLIPS, P.C.B. Understanding Spurious Regressions in Econometrics. *In: Journal of Econometrics*, 33, pp. 311-340, 1986.
- _____ & PERRON, P. Testing for Unit Root in Time Series Regression. *In: Biometrika*, 75, pp. 335-346, 1988.
- PINDYCK, Robert S. Energy Price Increases and Macroeconomic Policy. *In: Energy Journal*, 1, no. 3, pp. 1-20, 1980.
- _____. & RUBINFELD, Daniel L. *Econometria: Modelos & previsões*. 4^a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- _____. *Microeconomia*. 6^a ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.
- POSSAS, Mario. *Estruturas de Mercado em Oligopólio*. São Paulo: Hucitec, 1987.
- SAMUELSON, Robert. The Dawn of a New Oil Era? *In: Newsweek*. Edição de 04/04/2005.
- SANDRONI, Paulo. *Novíssimo Dicionário de Economia*. 7^a ed. São Paulo: Editora Best Seller, 2001.
- SANTOS, Edmilson M. dos. *Anotações e slides de aula*. São Paulo: PPGE-USP, 2007.

- SCHUMPETER, Joseph. *A Teoria do Desenvolvimento Econômico: Uma Investigação sobre o Lucros, Capital, Crédito, Juro e o Ciclo Econômico*. São Paulo: Abril Cultural, 1982.
- SILVA, Maria A. R. Economia dos Recursos Naturais. In: *Economia do Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003, págs. 33-60.
- SILVA, Stucchi. *Desenvolvimento Sustentável e o Setor Financeiro: Avaliação Sócio Ambiental de Projetos*. 2004. 62 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.
- SIQUEIRA, Tânia da C. B. C.. *A Defesa da Concorrência no Mercado do Petróleo*. Tese (Doutorado em Direito) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2003.
- SOLOW, Robert M. What to Do (Macroeconomically) when OPEC Comes. In Stanley Fischer, ed., *Rational Expectations and Economic Policy*, Chicago: University of Chicago Press, 1980.
- SWEEZY, Paul. *Teoria do Desenvolvimento Capitalista: Princípios de Economia Política Marxista*. São Paulo: Abril Cultural, 1983.
- VARIAN, Hal. *Microeconomia*. 6ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- VICECONTI, Paulo E. V. & NEVES, Silvério das. *Introdução à Economia*. São Paulo: Frase Editora, 7ª ed., 2005.
- YERGIN, Daniel. *Petróleo: uma História de Ganância, Dinheiro e Poder*. São Paulo: Scritta, 1992.
- YULE, George U. Why do we sometimes get nonsense-correlations between time-series?-A study in sampling and the nature of time-series. *Journal of the Royal Statistical Society*, 89, pp. 1-64, 1926.
- WATSON, Donald S. & HOLMAN, Mary A. *Microeconomia*. São Paulo: Saraiva, 1979.
- WIKIPÉDIA. *Organização dos Países Exportadores de Petróleo*. Disponível em :
http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Organiza%C3%A7%C3%A3o_dos_Pa%C3%ADses_Exportadores_de_Petr%C3%B3leo&oldid=15804817.
 Acesso em 01/03/2009.

ANEXOS

A1 – Unidades e fatores de conversão

Energia	J	Btu	cal	KWh
Joule (J)	1	947,8 x 10 ⁻⁶	0,239	277,7 x 10 ⁹
British Thermal Unit (Btu)	1,055 x 10 ³	1	252	2,931 x 10 ⁶
Caloria (cal)	4,187	3,968 x 10 ⁻³	1	1,163 x 10 ⁶
Kilowatt-hora (kWh)	3,6 x 10 ⁶	3412	860 x 10 ³	1
Toneladas Equivalente de Petróleo (tep*)	41,87 x 10 ⁹	39,68 x 10 ⁶	10,0 x 10 ⁹	11,63 x 10 ³
Barris Equivalente de Petróleo (Bep)	5,78 x 10 ⁹	5,48 x 10 ⁶	1,38 x 10 ⁹	1,61 x 10 ³

NOTA: * De acordo com o critério do Conselho Mundial de Energia. O Balanço Energético Nacional, MME, adota 1 tep = 10,8 x 10⁹ cal

Volume	m³	L	gal. (EUA)	gal. (UK)	Barril	Ft³
Metro Cúbico (m ³)	1	1000	264,2	220	6,289	35,315
Litro (L)	0,001	1	0,2642	0,22	0,0063	0,0353
Galão (EUA)	0,0038	3,785	1	0,833	0,0238	0,1337
Galão (UK)	0,0045	4,546	1,201	1	0,0286	0,1605
Barril	0,159	159	42	34,97	1	5,615
Pé Cúbico (ft ³)	0,0283	28,3	7,48	6,23	0,1781	1

Siglas Usuais

Kilo	K	10 ³
Mega	M	10 ⁶
Giga	G	10 ⁹
Tera	T	10 ¹²
Peta	P	10 ¹⁵
Exa	E	10 ¹⁸

**A2 – Produto Nacional Bruto (PNB) real mundial em bilhões de dólares
de 2005 e Variação anual do PNB (VPNB) mundial**

Ano	PNB	VPNB	Ano	PNB	VPNB
1969	15.029,34		1989	29.271,02	3,60
1970	15.636,91	4,04	1990	29.995,45	2,47
1971	16.242,21	3,87	1991	30.316,47	1,07
1972	17.079,93	5,16	1992	30.829,49	1,69
1973	18.114,43	6,06	1993	31.290,02	1,49
1974	18.378,65	1,46	1994	32.264,78	3,12
1975	18.543,76	0,90	1995	33.208,31	2,92
1976	19.439,63	4,83	1996	34.272,92	3,21
1977	20.171,26	3,76	1997	35.528,44	3,66
1978	21.027,51	4,24	1998	36.420,17	2,51
1979	21.863,56	3,98	1999	37.635,59	3,34
1980	22.256,92	1,80	2000	39.207,65	4,18
1981	22.651,06	1,77	2001	39.858,47	1,66
1982	22.756,17	0,46	2002	40.648,93	1,98
1983	23.401,09	2,83	2003	41.660,41	2,49
1984	24.448,11	4,47	2004	43.314,86	3,97
1985	25.296,58	3,47	2005	44.771,76	3,36
1986	26.133,67	3,31	2006	46.560,71	4,00
1987	27.062,06	3,55	2007	48.314,34	3,77
1988	28.254,10	4,40	2008	49.510,68	2,48

FONTE: World Bank World Development Indicators, International Financial Statistics of the IMF, Global Insight, and Oxford Economic Forecasting, as well as estimated and projected values developed by the Economic Research Service all converted to a 2005 base year apud ERS/ USDA, 16/12/2008.

A3 – PNB Real Brasileiro em bilhões de dólares de 2005 e VPNB brasileiro

Ano	PNB	VPNB	Ano	PNB	VPNB
1969	232,21		1989	693,00	3,28
1970	252,57	8,77	1990	664,78	-4,07
1971	281,10	11,30	1991	671,64	1,03
1972	314,98	12,05	1992	667,99	-0,54
1973	359,01	19,98	1993	700,89	4,92
1974	391,47	9,04	1994	741,91	5,85
1975	411,86	5,21	1995	775,11	4,48
1976	452,19	9,79	1996	791,75	2,15
1977	473,02	4,61	1997	818,51	3,38
1978	488,30	3,23	1998	818,95	0,05
1979	521,34	6,77	1999	820,88	0,24
1980	568,84	9,11	2000	856,23	4,31
1981	543,85	-4,39	2001	867,61	1,33
1982	547,01	0,58	2002	890,53	2,64
1983	528,35	-3,41	2003	900,78	1,15
1984	556,19	5,27	2004	952,31	5,72
1985	600,39	7,95	2005	980,34	2,94
1986	648,35	7,99	2006	1.016,49	3,69
1987	671,69	3,60	2007	1.071,50	5,41
1988	671,00	-0,10	2008	1.126,15	5,10

FONTE: World Bank World Development Indicators, International Financial Statistics of the IMF, Global Insight, and Oxford Economic Forecasting, as well as estimated and projected values developed by the Economic Research Service all converted to a 2005 base year apud ERS/ USDA, 16/12/2008.

A4 –PNB mundial e os PNBs dos principais países no ano de 2008, em dólares x10⁶

Rank	País	PNB	Rank	País	PNB
1	Mundo	69.490.000	26	Tailândia	553.400
2	União Européia	14.820.000	27	África do Sul	489.700
3	Estados Unidos	14.290.000	28	Paquistão	452.700
4	China	7.800.000	29	Egito	442.600
5	Japão	4.348.000	30	Colômbia	399.400
6	Índia	3.267.000	31	Bélgica	390.500
7	Alemanha	2.863.000	32	Malásia	386.600
8	Reino Unido	2.231.000	33	Venezuela	357.900
9	Rússia	2.225.000	34	Suécia	348.600
10	França	2.097.000	35	Grécia	343.600
11	Brasil	1.990.000	36	Nigéria	338.100
12	Itália	1.821.000	37	Ucrânia	337.000
13	México	1.559.000	38	Áustria	325.000
14	Espanha	1.378.000	39	Filipinas	320.600
15	Canadá	1.307.000	40	Suíça	309.900
16	Coréia do Sul	1.278.000	41	Hong Kong	307.600
17	Indonésia	915.900	42	Romênia	271.200
18	Turquia	906.500	43	República Checa	266.300
19	Irã	842.000	44	Noruega	256.500
20	Austrália	800.500	45	Chile	245.300
21	Taiwan	738.800	46	Vietnã	241.800
22	Holanda	670.200	47	Singapura	240.000
23	Polônia	667.400	48	Peru	238.900
24	Arábia Saudita	582.800	49	Portugal	237.300
25	Argentina	575.600	50	Algéria	235.500

NOTA: A tabela original apresenta 229 países. Nessa tabela foram retirados apenas os 50 primeiros países.

FONTE: CIA. *The World Factbook*, 2008.

A5 – Cotação internacional do petróleo (nominal)

Ano	Preço	Variação	Ano	Preço	Variação
1969	1,7900	-	1989	17,9058	21,24
1970	1,7900	0,00	1990	22,985	28,37
1971	2,1908	22,39	1991	19,3675	-15,74
1972	2,4433	11,53	1992	19,0358	-1,71
1973	3,2717	33,90	1993	16,7867	-11,82
1974	11,5033	251,60	1994	15,9483	-4,99
1975	11,4525	-0,44	1995	17,2042	7,87
1976	11,5542	0,89	1996	20,3733	18,42
1977	12,5125	8,29	1997	19,2675	-5,43
1978	12,7767	2,11	1998	13,0742	-32,14
1979	29,8267	133,45	1999	17,9808	37,53
1980	35,7067	19,71	2000	28,2342	57,02
1981	34,0383	-4,67	2001	24,3308	-13,83
1982	31,5442	-7,33	2002	24,9500	2,54
1983	29,4692	-6,58	2003	28,8917	15,80
1984	28,5458	-3,13	2004	37,7600	30,69
1985	27,3708	-4,12	2005	53,3542	41,30
1986	14,1717	-48,22	2006	64,2725	20,46
1987	18,1983	28,41	2007	71,1275	10,67
1988	14,7692	-18,84	2008	97,0350	36,42

Commodities - petróleo - cotação internacional

Periodicidade: Anual. **Unidade:** US\$. **Comentário:** Preço do petróleo em dólar americano (US\$) por barril. Obs.: Commodities: produtos agropecuários e minerais cotados em bolsa no mercado internacional. No original: petroleum:average crude price (código IFS: 00176AAZZF...).

Fonte: [Fundo Monetário Internacional, International Financial Statistics \(FMI/IFS\)](#). **Apud:** IpeaData.

Série atualizada em: 12/03/2009. **Acessado em:** 06/05/2009.

A6 – Cotação internacional do petróleo (real)

Ano	Preço	Variação	Ano	Preço	Variação
1969	10,23	-	1989	30,47	16,12
1970	9,65	-5,65	1990	37,82	24,12
1971	11,53	19,48	1991	30,57	-19,18
1972	12,36	7,21	1992	28,65	-6,27
1973	15,42	24,76	1993	24,52	-14,42
1974	48,92	217,19	1994	22,37	-8,75
1975	44,64	-8,74	1995	23,40	4,58
1976	46,84	4,93	1996	27,54	17,71
1977	47,83	2,12	1997	24,97	-9,36
1978	44,77	-6,41	1998	16,69	-33,16
1979	90,68	102,57	1999	22,74	36,25
1980	93,08	2,64	2000	34,92	53,58
1981	82,25	-11,63	2001	29,03	-16,86
1982	71,08	-13,58	2002	29,06	0,09
1983	61,73	-13,16	2003	32,51	11,88
1984	56,14	-9,06	2004	42,02	29,24
1985	53,21	-5,22	2005	57,90	37,80
1986	27,22	-48,85	2006	67,03	15,78
1987	33,64	23,59	2007	72,39	7,99
1988	26,24	-21,99	2008	96,17	35,26

Commodities - petróleo - cotação internacional

Periodicidade: Anual. **Unidade:** US\$. **Comentário:** Preço do petróleo em dólar americano de 2007 (US\$) por barril. Obs.:

Fonte: 1969 até 2007 – BP Statistical Review of World Energy, Junho de 2008.

Para o ano de 2008, foi achado o deflator da série através da fórmula

$$Petróleo_{deflacionado} = \frac{CotaçãoUS\$_{corrente}}{CotaçãoUS\$_{2007}}.$$

Da série foi extraída a regressão linear, cuja

fórmula obtida foi: $y = 0,125 + 0,0221 * x$, com $R^2 = 0,9946$. A série foi extrapolada em um período, chegando ao deflator do preço do petróleo no ano de 2008 de 1,009. Aplicou-se então o deflator ao preço nominal do petróleo no ano de 2008, apresentada na tabela A5.

A7 – Teste de DP para PNBM

Dependent Variable: D(PNBM,2)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1971 2008

Included observations: 38 after adjustments

Com constante e tendência

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	262.4195	123.7101	2.121246	0.0411
@TREND	14.65270	5.851841	2.503948	0.0171
D(PNBM(-1),1)	-0.624835	0.156433	-3.994256	0.0003
R-squared	0.313122	Mean dependent var		15.49395
Adjusted R-squared	0.273872	S.D. dependent var		364.0849
S.E. of regression	310.2483	Akaike info criterion		14.38828
Sum squared resid	3368890.	Schwarz criterion		14.51756
Log likelihood	-270.3773	F-statistic		7.977588
Durbin-Watson stat	1.820988	Prob(F-statistic)		0.001398

Com constante

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	349.9478	127.0576	2.754245	0.0092
D(PNBM(-1),1)	-0.381831	0.131364	-2.906662	0.0062
R-squared	0.190077	Mean dependent var		15.49395
Adjusted R-squared	0.167579	S.D. dependent var		364.0849
S.E. of regression	332.1805	Akaike info criterion		14.50043
Sum squared resid	3972379.	Schwarz criterion		14.58662
Log likelihood	-273.5082	F-statistic		8.448686
Durbin-Watson stat	1.916161	Prob(F-statistic)		0.006216

Sem termos deterministas

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PNBM(-1),1)	-0.054174	0.060469	-0.895896	0.3761
R-squared	0.019412	Mean dependent var		15.49395
Adjusted R-squared	0.019412	S.D. dependent var		364.0849
S.E. of regression	360.5339	Akaike info criterion		14.63901
Sum squared resid	4809433.	Schwarz criterion		14.68211
Log likelihood	-277.1412	Durbin-Watson stat		2.176623

A8 – Teste de DP para PNBB

Dependent Variable: D(PNBB,2)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1971 2008

Included observations: 38 after adjustments

Com constante e tendência

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	13.80272	8.000165	1.725305	0.0933
@TREND	0.157622	0.308457	0.511002	0.6126
D(PNBB(-1),1)	-0.730380	0.167836	-4.351748	0.0001
R-squared	0.353058	Mean dependent var		0.902368
Adjusted R-squared	0.316089	S.D. dependent var		25.20558
S.E. of regression	20.84473	Akaike info criterion		8.987736
Sum squared resid	15207.60	Schwarz criterion		9.117020
Log likelihood	-167.7670	F-statistic		9.550318
Durbin-Watson stat	2.033610	Prob(F-statistic)		0.000490

Com constante

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	16.98719	4.964943	3.421426	0.0016
D(PNBB(-1),1)	-0.728262	0.166054	-4.385691	0.0001
R-squared	0.348231	Mean dependent var		0.902368
Adjusted R-squared	0.330126	S.D. dependent var		25.20558
S.E. of regression	20.62971	Akaike info criterion		8.942538
Sum squared resid	15321.06	Schwarz criterion		9.028727
Log likelihood	-167.9082	F-statistic		19.23428
Durbin-Watson stat	2.023545	Prob(F-statistic)		0.000096

Sem termos deterministas

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PNBB(-1),1)	-0.308580	0.127093	-2.427975	0.0202
R-squared	0.136294	Mean dependent var		0.902368
Adjusted R-squared	0.136294	S.D. dependent var		25.20558
S.E. of regression	23.42500	Akaike info criterion		9.171448
Sum squared resid	20303.03	Schwarz criterion		9.214542
Log likelihood	-173.2575	Durbin-Watson stat		2.436353

A9 – Teste de DP para LPPN

Dependent Variable: D(LPPN,2)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1971 2008

Included observations: 38 after adjustments

Com constante e tendência

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.155688	0.113560	1.370976	0.1791
@TREND	-0.002695	0.004767	-0.565414	0.5754
D(LPPN(-1),1)	-0.952081	0.169941	-5.602406	0.0000
R-squared	0.472860	Mean dependent var		0.008174
Adjusted R-squared	0.442738	S.D. dependent var		0.428675
S.E. of regression	0.320006	Akaike info criterion		0.634704
Sum squared resid	3.584138	Schwarz criterion		0.763987
Log likelihood	-9.059371	F-statistic		15.69803
Durbin-Watson stat	1.971290	Prob(F-statistic)		0.000014

Com constante

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.099335	0.053910	1.842604	0.0736
D(LPPN(-1),1)	-0.940759	0.167155	-5.628049	0.0000
R-squared	0.468045	Mean dependent var		0.008174
Adjusted R-squared	0.453269	S.D. dependent var		0.428675
S.E. of regression	0.316968	Akaike info criterion		0.591165
Sum squared resid	3.616876	Schwarz criterion		0.677354
Log likelihood	-9.232131	F-statistic		31.67494
Durbin-Watson stat	1.974306	Prob(F-statistic)		0.000002

Sem termos deterministas

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LPPN(-1),1)	-0.848218	0.164511	-5.155977	0.0000
R-squared	0.417876	Mean dependent var		0.008174
Adjusted R-squared	0.417876	S.D. dependent var		0.428675
S.E. of regression	0.327067	Akaike info criterion		0.628658
Sum squared resid	3.957987	Schwarz criterion		0.671752
Log likelihood	-10.94450	Durbin-Watson stat		1.978067

A10 – Teste de DP para LPPR

Dependent Variable: D(LPPR,2)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1971 2008

Included observations: 38 after adjustments

Com constante e tendência

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.087545	0.107693	0.812916	0.4218
@TREND	-0.001344	0.004597	-0.292462	0.7717
D(LPPR(-1),1)	-0.989936	0.170186	-5.816797	0.0000
R-squared	0.491617	Mean dependent var		0.009011
Adjusted R-squared	0.462567	S.D. dependent var		0.422874
S.E. of regression	0.310008	Akaike info criterion		0.571220
Sum squared resid	3.363676	Schwarz criterion		0.700503
Log likelihood	-7.853182	F-statistic		16.92288
Durbin-Watson stat	1.970660	Prob(F-statistic)		0.000007

Com constante

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.059812	0.050392	1.186935	0.2430
D(LPPR(-1),1)	-0.986554	0.167622	-5.885588	0.0000
R-squared	0.490375	Mean dependent var		0.009011
Adjusted R-squared	0.476219	S.D. dependent var		0.422874
S.E. of regression	0.306045	Akaike info criterion		0.521029
Sum squared resid	3.371896	Schwarz criterion		0.607218
Log likelihood	-7.899558	F-statistic		34.64014
Durbin-Watson stat	1.972288	Prob(F-statistic)		0.000001

Sem termos deterministas

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LPPR(-1),1)	-0.952476	0.166055	-5.735918	0.0000
R-squared	0.470431	Mean dependent var		0.009011
Adjusted R-squared	0.470431	S.D. dependent var		0.422874
S.E. of regression	0.307732	Akaike info criterion		0.506785
Sum squared resid	3.503851	Schwarz criterion		0.549880
Log likelihood	-8.628919	Durbin-Watson stat		1.963770

A11 – Teste ADF no nível para PNBM (com constante e tendência)

Null Hypothesis: PNBM has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.190365	0.9971
Test critical values: 1% level	-4.219126	
5% level	-3.533083	
10% level	-3.198312	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(PNBM)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1971 2008

Included observations: 38 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PNBM(-1)	0.009080	0.047700	0.190365	0.8502
D(PNBM(-1))	0.356272	0.187122	1.903957	0.0654
C	158.0475	562.4428	0.281002	0.7804
@TREND(1969)	7.564418	37.70520	0.200620	0.8422
R-squared	0.475471	Mean dependent var		891.4150
Adjusted R-squared	0.429189	S.D. dependent var		416.4153
S.E. of regression	314.6101	Akaike info criterion		14.43985
Sum squared resid	3365303.	Schwarz criterion		14.61222
Log likelihood	-270.3571	F-statistic		10.27337
Durbin-Watson stat	1.813957	Prob(F-statistic)		0.000058

Nota: A tendência não foi significativa a 5% de significância e foi retirada do modelo.

A12 – Teste ADF no nível para PNBM (com constante)

Null Hypothesis: PNBM has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	2.502977	1.0000
Test critical values: 1% level	-3.615588	
5% level	-2.941145	
10% level	-2.609066	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(PNBM)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1971 2008

Included observations: 38 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PNBM(-1)	0.018531	0.007404	2.502977	0.0171
D(PNBM(-1))	0.339716	0.165623	2.051137	0.0478
C	50.54280	168.5015	0.299955	0.7660
R-squared	0.474850	Mean dependent var		891.4150
Adjusted R-squared	0.444842	S.D. dependent var		416.4153
S.E. of regression	310.2666	Akaike info criterion		14.38840
Sum squared resid	3369287.	Schwarz criterion		14.51768
Log likelihood	-270.3795	F-statistic		15.82384
Durbin-Watson stat	1.807625	Prob(F-statistic)		0.000013

Nota: A constante não foi significativa a 5% de significância e foi retirada do modelo.

A13 – Teste ADF no nível para PNBM (sem termos deterministas)

Null Hypothesis: PNBM has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	3.905872	0.9999
Test critical values: 1% level	-2.627238	
5% level	-1.949856	
10% level	-1.611469	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(PNBM)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1971 2008

Included observations: 38 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PNBM(-1)	0.020107	0.005148	3.905872	0.0004
D(PNBM(-1))	0.339501	0.163515	2.076269	0.0451

R-squared	0.473501	Mean dependent var	891.4150
Adjusted R-squared	0.458876	S.D. dependent var	416.4153
S.E. of regression	306.3199	Akaike info criterion	14.33833
Sum squared resid	3377948.	Schwarz criterion	14.42452
Log likelihood	-270.4283	Durbin-Watson stat	1.806274

Nota: Como o valor calculado do teste ADF foi maior do que os valores críticos se rejeitam a hipótese de estacionariedade da série.

A14 – Teste ADF na 1ª diferença para PNBM (com constante e tendência)

Null Hypothesis: D(PNBM) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.994256	0.0174
Test critical values: 1% level	-4.219126	
5% level	-3.533083	
10% level	-3.198312	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(PNBM,2)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1971 2008

Included observations: 38 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PNBM(-1))	-0.624835	0.156433	-3.994256	0.0003
C	262.4195	123.7101	2.121246	0.0411
@TREND(1969)	14.65270	5.851841	2.503948	0.0171
R-squared	0.313122	Mean dependent var		15.49395
Adjusted R-squared	0.273872	S.D. dependent var		364.0849
S.E. of regression	310.2483	Akaike info criterion		14.38828
Sum squared resid	3368890.	Schwarz criterion		14.51756
Log likelihood	-270.3773	F-statistic		7.977588
Durbin-Watson stat	1.820988	Prob(F-statistic)		0.001398

Nota: Na primeira diferença, tanto a constante e a tendência foram significativas a 5% de significância. Como o valor calculado do teste ADF foi menor do que os níveis de significância de 5% e 10%, apenas se rejeita a hipótese de uma raiz unitária para 1% de nível de significância.

A15 – Teste ADF no nível para PNBB (com constante e tendência)

Null Hypothesis: PNBB has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.160981	0.9047
Test critical values: 1% level	-4.211868	
5% level	-3.529758	
10% level	-3.196411	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(PNBB)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1970 2008

Included observations: 39 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PNBB(-1)	-0.118942	0.102449	-1.160981	0.2533
C	51.39236	28.24165	1.819737	0.0771
@TREND(1969)	2.421460	1.964317	1.232724	0.2257
R-squared	0.044177	Mean dependent var		22.92154
Adjusted R-squared	-0.008925	S.D. dependent var		20.81718
S.E. of regression	20.90987	Akaike info criterion		8.992123
Sum squared resid	15740.01	Schwarz criterion		9.120089
Log likelihood	-172.3464	F-statistic		0.831931
Durbin-Watson stat	1.340407	Prob(F-statistic)		0.443402

Nota: A tendência não foi significativa a 5% de significância e foi retirada do modelo.

A16 – Teste ADF no nível para PNBB (com constante)

Null Hypothesis: PNBB has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.377169	0.9794
Test critical values: 1% level	-3.610453	
5% level	-2.938987	
10% level	-2.607932	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(PNBB)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1970 2008

Included observations: 39 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PNBB(-1)	0.005893	0.015625	0.377169	0.7082
C	19.11139	10.64979	1.794532	0.0809
R-squared	0.003830	Mean dependent var		22.92154
Adjusted R-squared	-0.023093	S.D. dependent var		20.81718
S.E. of regression	21.05618	Akaike info criterion		8.982185
Sum squared resid	16404.42	Schwarz criterion		9.067496
Log likelihood	-173.1526	F-statistic		0.142257
Durbin-Watson stat	1.442451	Prob(F-statistic)		0.708203

Nota: A constante não foi significativa a 5% de significância e foi retirada do modelo.

A17 – Teste ADF no nível para PNBB (sem termos deterministas)

Null Hypothesis: PNBB has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	6.384088	1.0000
Test critical values: 1% level	-2.625606	
5% level	-1.949609	
10% level	-1.611593	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(PNBB)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1970 2008

Included observations: 39 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PNBB(-1)	0.032490	0.005089	6.384088	0.0000
R-squared	-0.082873	Mean dependent var		22.92154
Adjusted R-squared	-0.082873	S.D. dependent var		20.81718
S.E. of regression	21.66260	Akaike info criterion		9.014358
Sum squared resid	17832.20	Schwarz criterion		9.057014
Log likelihood	-174.7800	Durbin-Watson stat		1.360172

Nota: Como o valor calculado do teste ADF foi maior do que os valores críticos se rejeitam a hipótese de estacionariedade da série.

A18 – Teste ADF na 1ª diferença para PNBB (com constante e tendência)

Null Hypothesis: D(PNBB) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.351748	0.0072
Test critical values: 1% level	-4.219126	
5% level	-3.533083	
10% level	-3.198312	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(PNBB,2)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1971 2008

Included observations: 38 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PNBB(-1))	-0.730380	0.167836	-4.351748	0.0001
C	13.80272	8.000165	1.725305	0.0933
@TREND(1969)	0.157622	0.308457	0.511002	0.6126
R-squared	0.353058	Mean dependent var		0.902368
Adjusted R-squared	0.316089	S.D. dependent var		25.20558
S.E. of regression	20.84473	Akaike info criterion		8.987736
Sum squared resid	15207.60	Schwarz criterion		9.117020
Log likelihood	-167.7670	F-statistic		9.550318
Durbin-Watson stat	2.033610	Prob(F-statistic)		0.000490

Nota: A tendência não foi significativa a 5% de significância e foi retirada do modelo.

A19 – Teste ADF na 1ª diferença para PNBB (com constante)

Null Hypothesis: D(PNBB) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.385691	0.0013
Test critical values: 1% level	-3.615588	
5% level	-2.941145	
10% level	-2.609066	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(PNBB,2)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1971 2008

Included observations: 38 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PNBB(-1))	-0.728262	0.166054	-4.385691	0.0001
C	16.98719	4.964943	3.421426	0.0016
R-squared	0.348231	Mean dependent var		0.902368
Adjusted R-squared	0.330126	S.D. dependent var		25.20558
S.E. of regression	20.62971	Akaike info criterion		8.942538
Sum squared resid	15321.06	Schwarz criterion		9.028727
Log likelihood	-167.9082	F-statistic		19.23428
Durbin-Watson stat	2.023545	Prob(F-statistic)		0.000096

Nota: Como a constante foi significativa, considerando um nível de significância de 5%, a mesma foi deixada no modelo. Como o valor calculado do teste ADF foi menor do que os níveis de significância de 1%, 5% e 10%, se aceita a hipótese de uma raiz unitária para a série PNBB.

A20 – Teste ADF no nível para LPPN (com constante e tendência)

Null Hypothesis: LPPN has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.992206	0.5872
Test critical values: 1% level	-4.211868	
5% level	-3.529758	
10% level	-3.196411	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPPN)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1970 2008

Included observations: 39 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LPPN(-1)	-0.154271	0.077437	-1.992206	0.0540
C	0.406474	0.163081	2.492462	0.0174
@TREND(1969)	0.006475	0.006118	1.058398	0.2969
R-squared	0.105408	Mean dependent var		0.102381
Adjusted R-squared	0.055709	S.D. dependent var		0.309510
S.E. of regression	0.300765	Akaike info criterion		0.508827
Sum squared resid	3.256540	Schwarz criterion		0.636793
Log likelihood	-6.922122	F-statistic		2.120915
Durbin-Watson stat	1.796879	Prob(F-statistic)		0.134662

Nota: A tendência não foi significativa a 5% de significância e foi retirada do modelo.

A21 – Teste ADF no nível para LPPN (com constante)

Null Hypothesis: LPPN has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.763949	0.3923
Test critical values: 1% level	-3.610453	
5% level	-2.938987	
10% level	-2.607932	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPPN)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1970 2008

Included observations: 39 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LPPN(-1)	-0.095695	0.054251	-1.763949	0.0860
C	0.371345	0.159927	2.321964	0.0258
R-squared	0.077572	Mean dependent var		0.102381
Adjusted R-squared	0.052641	S.D. dependent var		0.309510
S.E. of regression	0.301253	Akaike info criterion		0.488187
Sum squared resid	3.357873	Schwarz criterion		0.573498
Log likelihood	-7.519651	F-statistic		3.111515
Durbin-Watson stat	1.845302	Prob(F-statistic)		0.085997

Nota: Como a constante foi significativa, considerando um nível de significância de 5%, a mesma foi deixada no modelo. Como o valor calculado do teste ADF foi maior do que os níveis de significância de 1%, 5% e 10%, se rejeita a hipótese da série ser estacionária.

A22 – Teste ADF na 1ª diferença para LPPN (com constante e tendência)

Null Hypothesis: D(LPPN) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.602406	0.0002
Test critical values: 1% level	-4.219126	
5% level	-3.533083	
10% level	-3.198312	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPPN,2)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1971 2008

Included observations: 38 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LPPN(-1))	-0.952081	0.169941	-5.602406	0.0000
C	0.155688	0.113560	1.370976	0.1791
@TREND(1969)	-0.002695	0.004767	-0.565414	0.5754
R-squared	0.472860	Mean dependent var		0.008174
Adjusted R-squared	0.442738	S.D. dependent var		0.428675
S.E. of regression	0.320006	Akaike info criterion		0.634704
Sum squared resid	3.584138	Schwarz criterion		0.763987
Log likelihood	-9.059371	F-statistic		15.69803
Durbin-Watson stat	1.971290	Prob(F-statistic)		0.000014

Nota: A tendência não foi significativa a 5% de significância e foi retirada do modelo.

A23 – Teste ADF na 1ª diferença para LPPN (com constante)

Null Hypothesis: D(LPPN) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.628049	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.615588	
5% level	-2.941145	
10% level	-2.609066	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPPN,2)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1971 2008

Included observations: 38 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LPPN(-1))	-0.940759	0.167155	-5.628049	0.0000
C	0.099335	0.053910	1.842604	0.0736
R-squared	0.468045	Mean dependent var		0.008174
Adjusted R-squared	0.453269	S.D. dependent var		0.428675
S.E. of regression	0.316968	Akaike info criterion		0.591165
Sum squared resid	3.616876	Schwarz criterion		0.677354
Log likelihood	-9.232131	F-statistic		31.67494
Durbin-Watson stat	1.974306	Prob(F-statistic)		0.000002

Nota: A constante não foi significativa a 5% de significância e foi retirada do modelo.

A24 – Teste ADF na 1ª diferença para LPPN (sem termos deterministas)

Null Hypothesis: D(LPPN) has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.155977	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.627238	
5% level	-1.949856	
10% level	-1.611469	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPPN,2)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1971 2008

Included observations: 38 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LPPN(-1))	-0.848218	0.164511	-5.155977	0.0000
R-squared	0.417876	Mean dependent var		0.008174
Adjusted R-squared	0.417876	S.D. dependent var		0.428675
S.E. of regression	0.327067	Akaike info criterion		0.628658
Sum squared resid	3.957987	Schwarz criterion		0.671752
Log likelihood	-10.94450	Durbin-Watson stat		1.978067

Nota: Como o valor calculado do teste ADF foi menor do que os valores críticos se aceita a hipótese de uma raiz unitária para a série LPPN.

A25 – Teste ADF no nível para LPPR (com constante e tendência)

Null Hypothesis: LPPR has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.792144	0.6893
Test critical values: 1% level	-4.211868	
5% level	-3.529758	
10% level	-3.196411	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPPR)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1970 2008

Included observations: 39 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LPPR(-1)	-0.147337	0.082213	-1.792144	0.0815
C	0.561954	0.288922	1.945003	0.0596
@TREND(1969)	0.000697	0.004262	0.163584	0.8710
R-squared	0.082773	Mean dependent var		0.057456
Adjusted R-squared	0.031816	S.D. dependent var		0.298517
S.E. of regression	0.293730	Akaike info criterion		0.461489
Sum squared resid	3.105975	Schwarz criterion		0.589456
Log likelihood	-5.999043	F-statistic		1.624369
Durbin-Watson stat	1.844603	Prob(F-statistic)		0.211146

Nota: A constante não foi significativa a 5% de significância e foi retirada do modelo.

A26 – Teste ADF no nível para LPPR (com constante)

Null Hypothesis: LPPR has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.819071	0.3661
Test critical values: 1% level	-3.610453	
5% level	-2.938987	
10% level	-2.607932	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPPR)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1970 2008

Included observations: 39 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LPPR(-1)	-0.144695	0.079543	-1.819071	0.0770
C	0.566601	0.283715	1.997080	0.0532
R-squared	0.082091	Mean dependent var		0.057456
Adjusted R-squared	0.057283	S.D. dependent var		0.298517
S.E. of regression	0.289841	Akaike info criterion		0.410950
Sum squared resid	3.108284	Schwarz criterion		0.496261
Log likelihood	-6.013532	F-statistic		3.309018
Durbin-Watson stat	1.848218	Prob(F-statistic)		0.077001

Nota: A constante não foi significativa a 5% de significância e foi retirada do modelo.

A27 – Teste ADF no nível para LPPR (sem termos deterministas)

Null Hypothesis: LPPR has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.889409	0.8966
Test critical values: 1% level	-2.625606	
5% level	-1.949609	
10% level	-1.611593	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPPR)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1970 2008

Included observations: 39 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LPPR(-1)	0.012020	0.013514	0.889409	0.3794
R-squared	-0.016853	Mean dependent var		0.057456
Adjusted R-squared	-0.016853	S.D. dependent var		0.298517
S.E. of regression	0.301022	Akaike info criterion		0.462038
Sum squared resid	3.443334	Schwarz criterion		0.504693
Log likelihood	-8.009737	Durbin-Watson stat		1.945393

Nota: Como o valor calculado do teste ADF foi maior do que os níveis de significância de 1%, 5% e 10%, se rejeita a hipótese da série ser estacionária.

A28 – Teste ADF na 1ª diferença para LPPR (com constante e tendência)

Null Hypothesis: D(LPPR) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.816797	0.0001
Test critical values: 1% level	-4.219126	
5% level	-3.533083	
10% level	-3.198312	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPPR,2)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1971 2008

Included observations: 38 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LPPR(-1))	-0.989936	0.170186	-5.816797	0.0000
C	0.087545	0.107693	0.812916	0.4218
@TREND(1969)	-0.001344	0.004597	-0.292462	0.7717
R-squared	0.491617	Mean dependent var		0.009011
Adjusted R-squared	0.462567	S.D. dependent var		0.422874
S.E. of regression	0.310008	Akaike info criterion		0.571220
Sum squared resid	3.363676	Schwarz criterion		0.700503
Log likelihood	-7.853182	F-statistic		16.92288
Durbin-Watson stat	1.970660	Prob(F-statistic)		0.000007

Nota: A tendência não foi significativa a 5% de significância e foi retirada do modelo.

A29 – Teste ADF na 1ª diferença para LPPR (com constante)

Null Hypothesis: D(LPPR) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.885588	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.615588	
5% level	-2.941145	
10% level	-2.609066	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPPR,2)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1971 2008

Included observations: 38 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LPPR(-1))	-0.986554	0.167622	-5.885588	0.0000
C	0.059812	0.050392	1.186935	0.2430
R-squared	0.490375	Mean dependent var		0.009011
Adjusted R-squared	0.476219	S.D. dependent var		0.422874
S.E. of regression	0.306045	Akaike info criterion		0.521029
Sum squared resid	3.371896	Schwarz criterion		0.607218
Log likelihood	-7.899558	F-statistic		34.64014
Durbin-Watson stat	1.972288	Prob(F-statistic)		0.000001

Nota: A constante não foi significativa a 5% de significância e foi retirada do modelo.

A30 – Teste ADF na 1ª diferença para LPPR (sem termos deterministas)

Null Hypothesis: D(LPPR) has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.735918	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.627238	
5% level	-1.949856	
10% level	-1.611469	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPPR,2)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1971 2008

Included observations: 38 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LPPR(-1))	-0.952476	0.166055	-5.735918	0.0000
R-squared	0.470431	Mean dependent var		0.009011
Adjusted R-squared	0.470431	S.D. dependent var		0.422874
S.E. of regression	0.307732	Akaike info criterion		0.506785
Sum squared resid	3.503851	Schwarz criterion		0.549880
Log likelihood	-8.628919	Durbin-Watson stat		1.963770

Nota: Como o valor calculado do teste ADF foi menor do que os valores críticos se aceita a hipótese de uma raiz unitária para a série LPPR.

A31 – Valores críticos para o teste de Dickey-Fuller

Sample size	Teste <i>K</i>		Teste <i>t</i>		Teste <i>F</i> (a)		Teste <i>F</i> (b)	
	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%
AR (1) com constante e tendência								
25	-22.5	-17.9	-4.38	-3.60	10.61	7.24	8.21	5.68
50	-25.7	-19.8	-4.15	-3.50	9.31	6.73	7.02	5.13
100	-27.4	-20.7	-4.04	-3.45	8.73	6.49	6.50	4.88
250	-28.4	-21.3	-3.99	-3.43	8.43	6.34	6.22	4.75
500	-28.9	-21.5	-3.98	-3.42	8.34	6.30	6.15	4.71
∞	-29.5	-21.8	-3.96	-3.41	8.27	6.25	6.09	4.68
AR (1) com constante								
25	-17.2	-12.5	-3.75	-3.00	7.88	5.18	-	-
50	-18.9	-13.3	-3.58	-2.93	7.06	4.86	-	-
100	-19.8	-13.7	-3.51	-2.89	6.70	4.71	-	-
250	-20.3	-14.0	-3.46	-2.88	6.52	4.63	-	-
500	-20.5	-14.0	-3.44	-2.87	6.47	4.61	-	-
∞	-20.7	-14.1	-3.43	-2.86	6.43	4.59	-	-
AR (1) sem termos deterministas								
25	-11.9	-7.7	-2.62	-1.95	-	-	-	-
100	-13.3	-7.9	-2.60	-1.95	-	-	-	-
250	-13.6	-8.0	-2.58	-1.95	-	-	-	-
500	-13.7	-8.0	-2.58	-1.95	-	-	-	-
∞	-13.8	-8.1	-2.58	-1.95	-	-	-	-

Notas: (a) Teste *F* é para $H_o = \alpha = 0$, $\rho \neq 0$ em $y_t = \alpha + \rho y_t + \mu_t$ e $H_o = \delta = 0$, $\rho = 1$ em $y_t = \alpha + \delta + \rho y_t + \mu_t$; (b) Teste *F* é para $H_o = \alpha = 0$, $\delta = 0$, $\rho = 1$ em $y_t = \alpha + \delta + \rho y_t + \mu_t$.

Fonte: Para o teste *K*, Fuller (1976, pp. 371); para o teste *t*, Fuller (1976, pp. 373); para o teste *F*, Dickey & Fuller (1981, pp. 1063) - *Apud*: Maddala & Kim (2004, pp.64). MacKinnon (1991) *apud* Fava (2007).

**A32: Valores críticos de MacKinnon para qualquer tamanho de amostra –
Valores para uma amostra de 40 observações**

Modelo	Nível de signif.	$\hat{\beta}_\infty$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	valores críticos
Sem termos deterministas	1%	-2,57	-1,96	-10,04	-2,62
	5%	-1,94	-0,40	0	-1,95
	10%	-1,62	-0,18	0	-1,62
Com constante	1%	-3,43	-5,99	-29,25	-3,60
	5%	-2,86	-2,74	-8,36	-2,94
	10%	-2,57	-1,44	-4,48	-2,61
Com constante e tendência	1%	-3,96	-8,35	-47,44	-4,20
	5%	-3,41	-4,04	-17,83	-3,52
	10%	-3,13	-2,42	-7,58	-3,19

Notas: Para os valores críticos, considerando uma amostra de 40 observações (número de observações das séries estudadas), utilizaram-se os valores críticos calculados por Mackinnon.

Fonte: MacKinnon (1991) *apud* Fava (2007).

A33: Regressão entre LPPN x PNBM

Dependent Variable: LPPN

Method: Least Squares

Sample: 1969 2008

Included observations: 40

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PNBM	6.78E-05	1.06E-05	6.388357	0.0000
C	0.855734	0.329636	2.595993	0.0133
R-squared	0.517834	Mean dependent var		2.854746
Adjusted R-squared	0.505146	S.D. dependent var		0.931928
S.E. of regression	0.655573	Akaike info criterion		2.042092
Sum squared resid	16.33148	Schwarz criterion		2.126536
Log likelihood	-38.84184	F-statistic		40.81111
Durbin-Watson stat	0.224777	Prob(F-statistic)		0.000000

Nota: A constante e o coeficiente da variável explicativa foram significativas, sendo a regressão válida.

A34: Teste ADF para o resíduo da regressão entre LPPN x PNBM

Null Hypothesis: RESID02 has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.213754	0.0276
Test critical values: 1% level	-2.625606	
5% level	-1.949609	
10% level	-1.611593	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(RESID02)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1970 2008

Included observations: 39 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESID02(-1)	-0.160882	0.072674	-2.213754	0.0329
R-squared	0.096986	Mean dependent var		0.042401
Adjusted R-squared	0.096986	S.D. dependent var		0.307829
S.E. of regression	0.292521	Akaike info criterion		0.404744
Sum squared resid	3.251597	Schwarz criterion		0.447399
Log likelihood	-6.892505	Durbin-Watson stat		1.768627

Nota: Como o valor calculado foi menor que os valores críticos de 5% e 10%, o resíduo é estacionário a 5% e 10%, sem os termos deterministas que não foram significativos.

A35: Regressão entre LPPR x PNB

Dependent Variable: LPPR

Method: Least Squares

Sample: 1969 2008

Included observations: 40

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PNB	0.000110	5.80E-06	18.96992	0.0000
R-squared	-2.523604	Mean dependent var		3.544943
Adjusted R-squared	-2.523604	S.D. dependent var		0.606524
S.E. of regression	1.138522	Akaike info criterion		3.122020
Sum squared resid	50.55302	Schwarz criterion		3.164242
Log likelihood	-61.44041	Durbin-Watson stat		0.066447

Nota: A regressão foi válida sem a constante, que foi retirada mesmo sendo a constante significativa a 5%.

A36: Teste ADF para o resíduo da regressão entre LPPR x PNBM

Null Hypothesis: RESID03 has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.217899	0.4669
Test critical values: 1% level	-4.211868	
5% level	-3.529758	
10% level	-3.196411	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(RESID03)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1970 2008

Included observations: 39 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESID03(-1)	-0.168985	0.076192	-2.217899	0.0330
C	0.353668	0.173926	2.033441	0.0494
@TREND(1969)	-0.016855	0.007307	-2.306638	0.0269
R-squared	0.134574	Mean dependent var		-0.039809
Adjusted R-squared	0.086494	S.D. dependent var		0.294568
S.E. of regression	0.281541	Akaike info criterion		0.376724
Sum squared resid	2.853545	Schwarz criterion		0.504690
Log likelihood	-4.346113	F-statistic		2.798999
Durbin-Watson stat	1.931637	Prob(F-statistic)		0.074155

Nota: Como o valor calculado foi maior que os valores críticos de 1%, 5% e 10%, se rejeita a hipótese do resíduo ser estacionário.

A37: Regressão entre LPPN x PNBB

Dependent Variable: LPPN

Method: Least Squares

Sample: 1969 2008

Included observations: 40

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PNBB	0.003254	0.000398	8.183655	0.0000
C	0.711629	0.276851	2.570439	0.0142
R-squared	0.637999	Mean dependent var		2.854746
Adjusted R-squared	0.628473	S.D. dependent var		0.931928
S.E. of regression	0.568038	Akaike info criterion		1.755450
Sum squared resid	12.26136	Schwarz criterion		1.839894
Log likelihood	-33.10901	F-statistic		66.97221
Durbin-Watson stat	0.288341	Prob(F-statistic)		0.000000

Nota: A constante e o coeficiente da variável explicativa foram significativas, sendo a regressão válida.

A38: Teste ADF para o resíduo da regressão entre LPPN x PNBB

Null Hypothesis: RESID04 has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.122181	0.0341
Test critical values: 1% level	-2.625606	
5% level	-1.949609	
10% level	-1.611593	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(RESID04)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1970 2008

Included observations: 39 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESID04(-1)	-0.175074	0.082497	-2.122181	0.0404
R-squared	0.098280	Mean dependent var		0.027785
Adjusted R-squared	0.098280	S.D. dependent var		0.303720
S.E. of regression	0.288409	Akaike info criterion		0.376434
Sum squared resid	3.160837	Schwarz criterion		0.419090
Log likelihood	-6.340470	Durbin-Watson stat		1.831476

Nota: Como o valor calculado foi menor que os valores críticos de 5% e 10%, o resíduo é estacionário a 5% e 10%, sem os termos deterministas que não foram significativos.

A39: Regressão entre LPPR x PNBB

Dependent Variable: LPPR

Method: Least Squares

Sample: 1969 2008

Included observations: 40

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PNBB	0.000958	0.000401	2.389108	0.0220
C	2.913903	0.279235	10.43532	0.0000
R-squared	0.130591	Mean dependent var		3.544943
Adjusted R-squared	0.107711	S.D. dependent var		0.606524
S.E. of regression	0.572928	Akaike info criterion		1.772595
Sum squared resid	12.47338	Schwarz criterion		1.857039
Log likelihood	-33.45190	F-statistic		5.707835
Durbin-Watson stat	0.268956	Prob(F-statistic)		0.021958

Nota: A constante e o coeficiente da variável explicativa foram significativas, sendo a regressão válida.

A40: Teste ADF para o resíduo da regressão entre LPPR x PNBB

Null Hypothesis: RESID05 has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.858079	0.0608
Test critical values: 1% level	-2.625606	
5% level	-1.949609	
10% level	-1.611593	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(RESID05)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1970 2008

Included observations: 39 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESID05(-1)	-0.151678	0.081632	-1.858079	0.0709
R-squared	0.069664	Mean dependent var		0.035491
Adjusted R-squared	0.069664	S.D. dependent var		0.294943
S.E. of regression	0.284484	Akaike info criterion		0.349025
Sum squared resid	3.075377	Schwarz criterion		0.391680
Log likelihood	-5.805986	Durbin-Watson stat		1.845425

Nota: Como o valor calculado foi menor que os valores críticos de 10%, o resíduo é estacionário somente considerando um nível de significância de 10%, sem os termos deterministas que não foram significativos.