



**RELAÇÕES ENTRE O PREÇO INTERNACIONAL DO PETRÓLEO E AS AÇÕES DA  
PETROBRÁS**

**BRUNO FERNANDES DIAS DA SILVA**

**BRASÍLIA-DF  
2011**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)**

**Reitor:**

Prof. Dr. José Geraldo de Sousa Junior

**Vice Reitor:**

Prof. Dr. João Batista de Sousa

**Decana de Pesquisa e Pós-Graduação:**

Prof<sup>a</sup>. Dra. Denise Bomtempo Birche de Carvalho

**Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade**

Prof. Dr. Tomás de Aquino Guimarães

**Chefe do Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais**

Prof. Dr. Elivânio Geraldo de Andrade

**Coordenador Geral do Programa Multiinstitucional e Inter-Regional de Pós-Graduação  
em Ciências Contábeis da UnB, UFPB e UFRN**

Prof. Dr. César Augusto Tibúrcio Silva

**BRUNO FERNANDES DIAS DA SILVA**

**RELAÇÕES ENTRE O PREÇO INTERNACIONAL DO PETRÓLEO E AS AÇÕES DA  
PETROBRÁS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Contábeis do Programa Multiinstitucional e Inter-Regional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da Universidade de Brasília, da Universidade Federal da Paraíba e da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

**Linha de Pesquisa:** Contabilidade e Mercado Financeiro.

**Grupo de Pesquisa:** Pesquisas Empíricas em Mercados de Capitais e Finanças Corporativas

**Orientador:** Prof. Otávio Ribeiro de Medeiros, PhD.

**BRASÍLIA-DF  
2011**

SILVA, Bruno Fernandes Dias da.

Relações entre o Preço Internacional do Petróleo e as Ações da Petrobrás. / Bruno Fernandes Dias da Silva, Brasília: UnB/UFPB/UFRN, 2010.  
140 fls. Ilustrado.

Orientador: Prof. Otávio Ribeiro de Medeiros, PhD  
Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa Multiinstitucional e Inter-Regional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, 2010.

1. Mercado de Petróleo. 2. Hipótese de Mercado Eficiente.
3. Efeito *Lead-Lag*.

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**BRUNO FERNANDES DIAS DA SILVA**

### **RELAÇÕES ENTRE O PREÇO INTERNACIONAL DO PETRÓLEO E AS AÇÕES DA PETROBRÁS**

Dissertação apresentada ao Programa Multiinstitucional e Inter-Regional de Pós Graduação em Ciências Contábeis da UnB, UFPB e UFRN, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Contábeis.

Banca Examinadora:

---

Prof. Otávio Ribeiro de Medeiros, PhD  
Presidente da Banca  
(UnB, UFPB e UFRN)

---

Prof. Dr. Ivan Ricardo Gartner  
Membro Examinador Interno  
(UnB, UFPB e UFRN)

---

Prof. Dr. José Carneiro da Cunha Oliveira Neto  
Membro Examinador Externo  
(UNB)

**BRASÍLIA-DF**  
**2011**

## DEDICATÓRIA

A Deus que faz o impossível se tornar realidade.  
À minha família, pelo carinho, aconchego,  
compreensão, alegria e companheirismo. Ao  
meu pai, por todo ensinamento ao longo da vida.  
À minha irmã pela força nas horas mais difíceis.  
À minha pequena e princesa Valentina, que,  
mesmo sem saber, me dava força e sabedoria nos  
momentos que mais precisava e por aceitar  
minha ausência ao longo dessa jornada. Em  
especial, à minha querida e saudosa mãe -  
mulher guerreira, que amo incondicionalmente.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, a quem eu atribuo todas as conquistas na minha vida, por mais uma vez ter estado presente em todos os instantes deste desafio que não seria vencido sem a presença Dele.

Aos meus pais, que não pouparam esforços em colocar a educação em primeiro lugar.

Ao meu pai, que sempre incentivou os estudos, os esportes, em especial o judô, e todos os ensinamentos que são inerentes à minha pessoa.

Em especial, à minha querida e amada mãe, um exemplo de luta e persistência. A ela dedico todos os sucessos de minha vida. Obrigado por todos os seus conselhos. A você, o meu eterno amor.

À minha irmã, Tati, pelo carinho e compreensão que tem nos momentos mais difíceis.

Ao professor Otávio Ribeiro de Medeiros, meu orientador, por toda paciência nesta árdua missão, por todos os ensinamentos e, principalmente, por ser para mim uma referência na área quantitativa e de finanças.

A todos os professores do Programa Multiinstitucional e Inter-Regional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da UnB/UFPA/UFRRN, em especial ao Prof. Dr. Jorge Katsumi Niyama, Prof. Dr. Marcelo Quirino, Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Lustosa, Prof. Dr. José Dionísio G. da Silva, Prof. Dra. Fátima de Souza Freire, Prof. Dr. César Augusto Tibúrcio Silva, Prof. PhD. Otávio Ribeiro de Medeiros e Prof. Dr. Edilson Paulo por toda dedicação nas aulas ministradas e pelos conhecimentos compartilhados que tanto ajudaram na minha formação.

A todos os funcionários do departamento de ciências contábeis, em especial à Aline e ao Renato, por toda atenção e ajuda que sempre me foi dada.

Aos amigos Gustavo Resende de Oliveira, Yuri, Mateus Alexandre e João Marcelo pelas contribuições significativas e por todo apoio e atenção.

Aos colegas de turma: Abimael, Antonio Daniel, Domingos, Eurípedes, Evandro, Ednei, Eric, Juliana, Ludmila e Meg por todo o apoio nos momentos difíceis.

Aos colegas de trabalho: Humberto, Barner, Sérgio Taufick, Adalberto, Valdonel, José Carlos, Leonardo e Barros.

## **EPÍGRAFE**

“Eu acredito, eu luto até o fim: não há como perder, não há como não vencer”

*(Oleg Taktarov)*



## RESUMO

Desde o advento da hipótese do mercado eficiente, muitas pesquisas têm utilizado o mercado acionário para testar a previsibilidade na série de retornos. No entanto, poucos foram os estudos que se utilizaram conjuntamente de um mercado de *commodities* e de um mercado acionário para testar a hipótese. Para realizar tal teste, foi escolhida como *commodity* a ser estudada o petróleo, representado pelo *WTI - West Texas Intermediate*, tendo em vista a sua importância e utilidade para diferentes setores da economia mundial. A ação da Petrobrás foi escolhida como *proxy* da ação de uma empresa de capital aberto negociada na Bovespa por se tratar de empresa que comercializa a respectiva *commodity* e por ser a maior empresa brasileira do setor petróleo e gás negociada na Bovespa. O objetivo do presente trabalho visa a responder a seguinte pergunta: “Há relação entre o preço internacional do barril do petróleo e o preço das ações da Petrobrás negociadas na Bovespa?” Deste modo, pretendeu-se verificar se o preço do petróleo é relevante para explicar alterações dos preços das ações da Petrobrás e averiguar, em regime de alta frequência, se os movimentos do preço do petróleo são seguidos, em média, por movimentos similares no preço da ação da Petrobrás, o que implica em certo grau de previsibilidade do preço do ativo no mercado brasileiro. Para atender tais objetivos, foram especificados vários modelos econométricos e realizados diversos testes estatísticos. A parte empírica do trabalho tem dois objetivos. O primeiro é verificar a existência de uma relação econômica contemporânea entre o retorno internacional do petróleo e o retorno da ação da Petrobrás. O segundo é testar a existência de um efeito *lead-lag* entre os referidos retornos. Para alcançar o primeiro objetivo, foram utilizados dados mensais no período de 1995 a 2009, e para o segundo foram utilizados dados intradiários na frequência de dez minutos no período entre 2008 e 2010. Com relação ao primeiro objetivo, constatou-se uma relação contemporânea significativa entre o preço do petróleo e o preço das ações da Petrobrás. Quanto ao segundo, foi encontrado um efeito *lead-lag* significativo entre aqueles preços em alta frequência, com o preço do petróleo liderando o preço da ação, o que mostra certo grau de previsibilidade quanto ao preço da ação da Petrobrás. Entretanto, tal previsibilidade não é suficiente para permitir uma estratégia de negociação que produza retornos anormais, devido aos custos transacionais. Por essa razão, conclui-se que a hipóteses do mercado eficiente, em sua forma semiforte, não é violada.

**Palavras-Chave:** Mercado de Petróleo, Hipótese do Mercado Eficiente, Efeito *Lead-Lag*.

## ABSTRACT

Since the establishment of the efficient market hypothesis, much research has used the stock market to test the predictability of returns. However, few studies utilized jointly a commodity market and a stock market to test the efficient market hypothesis. To perform such a test we chose oil as the commodity to be studied, represented by the WTI – West Texas Intermediate, having in mind its importance and utility for different sectors in the world economy. Petrobras stock was chosen as proxy for the stock of a publicly listed company negotiated at Bovespa – Bolsa de Valores de Sao Paulo (Sao Paulo Stock Exchange) for being a company that trades the commodity in question, and for being the largest Brazilian company in the oil and gas industry listed at Bovespa. This dissertation is aimed at answering the following question: “Is there a relationship between the international price of oil and the price of Petrobras stocks traded at Bovespa?”. Therefore, we intended to verify whether changes in oil price is relevant for explaining changes in Petrobras’ stock price and to find out, on a high frequency trading setting, whether oil price changes are followed, on average, by similar changes in Petrobras’ stock price, which implies some degree of predictability of the stock price in the Brazilian market. To attain such aims, various econometric models were specified and estimated, and several statistical tests were performed. The study’s empirical part has two aims. The first one is to verify the existence of a contemporaneous economic relationship between the international oil return and Petrobras’ stock return. The second one is to test the existence of a lead-lag effect between the above mentioned returns. To accomplish the first goal, we used monthly data referring to the period from 1995 to 2009, and to accomplish the second one, we used intraday data in the 10-minutes frequency for the period between 2008 and 2010. With respect to the first goal, we found a significant contemporaneous relationship between the international oil price and Petrobras’ stock price in the monthly frequency. With respect to the second, we found a significant lead-lag effect between those prices in a high-frequency, with the oil price leading the stock price, which shows some degree of predictability concerning Petrobras’ stock price. However, this predictability is not sufficient to provide a trading strategy leading to abnormal returns, due to transaction costs. For this reason, we conclude that the efficient market hypothesis, in its semi-strong form, is not violated.

**Keywords:** oil market, efficient market hypothesis, lead-lag relationship

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADR	<i>American Depositary Receipt</i>
API	<i>American Petroleum Institute</i>
ARCH	<i>Autoregressive Conditional Heterocedasticity</i>
BOVESPA	Bolsa de Valores do Estado de São Paulo
CAPM	<i>Capital Asset Pricing Model</i>
CVM	Comissão de Valores Imobiliários
DFP	Demonstrações Financeiras Padronizadas
DE	<i>Dummy dos Extremos</i>
DR	<i>Depositary Receipt</i>
EIA	<i>Energy Information Administration</i>
FASB	<i>Financial Accounting Standards Board</i>
FIML	<i>Full information maximum likelihood</i>
GARCH	<i>Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity</i>
HME	Hipótese do Mercado Eficiente
LOG	Logaritmo Natural
MQO	Mínimo Quadrado Ordinário
OLS	<i>Ordinary Least Squares</i>
PETR4	Ação preferencial da Petrobrás Negociada na Bovespa
RMF	Relatório Mercado Financeiro
TSLS	<i>Two-stage least squares</i>
WTI	<i>West Texas Intermediate</i>

## LISTA DE FIGURAS

Figura1: Metodologia de pesquisa.....	60
---------------------------------------	----

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Petrobrás x <i>CL light sweet crude oil (WTI)</i> – Dados mensais: 01/1995 a 02/20.....	23
Gráfico 2: Cotações históricas do Brent e do WTI do período de 1987 a 2010.....	30
Gráfico 3: Consumo Mundial de Petróleo do período de 1980 a 2007 (quadrilhões de btu/ano).....	38
Gráfico 4: Evolução mundial da produção de energia por diferentes fontes energéticas.....	39
Gráfico 5: Resíduos da regressão TSLS.....	86
Gráfico 6: Teste de normalidade dos resíduos de <i>Jarque-Bera</i> para a regressão TSLS.....	87
Gráfico 7: Preço intradiário das variáveis Petrobrás e petróleo do 4º trimestre de 2008.....	91
Gráfico 8: Critério de Informação Schwartzs Bayesian.....	95
Gráfico 9: Coeficientes acumulados das defasagens do retorno do petróleo. TSLS.....	97
Gráfico 10: Resíduos da Regressão TSLS. Dados intradiários.....	98
Gráfico 11: Teste de normalidade <i>Jarque-Bera</i> . Dados intradiários.....	101
Gráfico 12: Coeficientes acumulados das defasagens do retorno do petróleo. GARCH (1,1)....	102

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Horário de verão do período analisado.....	62
Tabela 2: Análise da rentabilidade dos acertos.....	83
Tabela 3: Análise da rentabilidade nos erros.....	83
Tabela 4: Análise dos acertos necessários para cobrir um erro de previsão.....	84
Tabela 5: Regressão TSLS.....	85
Tabela 6: Teste de heteroscedasticidade de White para regressão TSLS.....	87
Tabela 7: Regressão Máxima Verossimilhança.....	88
Tabela 8: Regressão TSLS consistente com a heteroscedasticidade de White.....	89
Tabela 9: Regressão GARCH(1,1).....	90
Tabela 10: Regressão GARCH(0,1).....	90
Tabela 11: Teste de raiz unitária do preço da ação da Petrobrás.....	92
Tabela 12: Teste de raiz unitária do preço do petróleo.....	92
Tabela 13: Teste de raiz unitária da Petrobrás em primeira diferença.....	92
Tabela 14: Teste de raiz unitária do preço do petróleo em primeira diferença.....	93
Tabela 15: Teste de raiz unitária dos resíduos em nível.....	93
Tabela 16: Teste de causalidade de Granger.....	94
Tabela 17: Teste de raiz unitária do preço da ação da Petrobrás.....	119
Tabela 18: Teste de raiz unitária do Ibovespa.....	119
Tabela 19: Teste de raiz unitária da Petrobrás em primeira diferença.....	119
Tabela 20: Teste de raiz unitária do Ibovespa em primeira diferença.....	120
Tabela 21: Teste de raiz unitária dos resíduos em nível.....	120
Tabela 22: VECM do sistema de equações (27) e (28).....	121
Tabela 23: VECM do sistema de equações (29) e (30).....	122
Tabela 24: Regressão TSLS. Dados intradiários.....	96
Tabela 25: Teste de autocorrelação dos resíduos Breusch-Godfrey.....	99
Tabela 26: Teste de heteroscedasticidade de White. Dados intradiários.....	100
Tabela 27: Teste de heteroscedasticidade de Arch. Dados intradiários.....	100
Tabela 28: Regressão GARCH (1,1). Dados intradiários.....	101
Tabela 29: Regressão TSLS. Autêntica.....	115

Tabela 30: Regressão Máxima Verossimilhança. Autêntica.....	116
Tabela 31: Regressão TSLS consistente com a heteroscedasticidade de White Autêntica.....	117
Tabela 32: Regressão GARCH (1,1). Autêntica.....	117
Tabela 33: Regressão GARCH (0,1). Autêntica.....	118
Tabela 34: Regressão TSLS. Autêntica.....	123
Tabela35: Regressão GARCH. Autêntica.....	124
Tabela 36: Resultado obtido pelos acertos do modelo.....	125
Tabela 37: Resultado obtido pelos erros de previsão do modelo.....	126

## SUMÁRIO

ABSTRACT .....	10
LISTA DE TABELAS .....	14
1. INTRODUÇÃO.....	19
1.1 Contextualização e Identificação do Problema de Pesquisa.....	19
1.2 Objetivos.....	27
1.2.1 Objetivo Geral .....	27
1.2.2 Objetivos Específicos .....	27
1.3 Justificativa e Relevância .....	28
1.4 Delimitações do Estudo.....	29
1.5 Estrutura do Trabalho .....	31
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	32
2.1 Globalização Financeira .....	32
2.2 Petróleo.....	35
2.2.1 A Importância do Petróleo.....	36
2.2.1.1 A Origem Industrial do Petróleo .....	36
2.2.1.2 O Petróleo no Mundo .....	37
2.3 Integração e Segmentação de Mercados de Capitais.....	40
2.4 Hipótese de Mercado Eficiente.....	42
2.5 O Papel da Informação e da Evidenciação Contábil .....	48
2.6 Arbitragem.....	51
2.7 Estudos Empíricos .....	53
2.7.1 Trabalhos Anteriores sobre o Preço Internacional do Petróleo .....	53
2.7.2 Trabalhos Anteriores sobre o Efeito <i>Lead-Lag</i> .....	56
3. METODOLOGIA.....	59
3.1 Amostras e Dados.....	60
3.2 Modelos Econométricos .....	62
3.2.1 Modelando a Relação entre o Preço Internacional do Petróleo e o Preço das Ações Preferenciais da Petrobrás .....	63



3.2.1.1 Método da Máxima Verossimilhança.....	65
3.2.1.2 Método Consistente com a Heteroscedasticidade de White.....	66
3.2.1.3 Modelo GARCH.....	67
3.2.2 Modelando o efeito Lead-lag entre o Preço Internacional do Petróleo e as Ações Preferenciais da Petrobrás .....	69
3.2.2.1 Modelo GARCH para teste de H2.....	70
3.2.2.2 Critério de Informação.....	71
3.2.2.3 Cointegração.....	72
3.2.2.3.1 Modelo de Correção de Erro .....	74
3.2.2.4 Modelo de Vetores Autorregressivos – VAR.....	76
3.2.2.4.1 Modelo Vetor de Correção de Erros – VECM .....	78
3.2.2.5 Teste de causalidade de Wiener-Granger .....	79
3.3 Testes estatísticos .....	80
3.4 Custos Transacionais .....	82
4. ANÁLISE DE RESULTADOS.....	84
4.1 H1: Existe relação entre o preço internacional do petróleo e os preços das ações preferenciais da Petrobrás.....	85
4.1.1 Resultado do modelo TSLS.....	85
4.1.1.1 Testes dos resíduos.....	86
4.1.1.1.1 Teste de normalidade dos resíduos.....	87
4.1.1.1.2 Teste de heteroscedasticidade dos resíduos.....	87
4.1.2 Resultado do Método da Máxima Verossimilhança.....	88
4.1.3 Resultado obtido utilizando-se o estimador de White consistente com heteroscedasticidade.....	89
4.1.4 Resultado do modelo GARCH .....	90
4.2. H2: Existe efeito lead-lag entre o petróleo e as ações preferenciais da Petrobrás.....	91
4.2.1 Cointegração entre as ações da Petrobrás e o petróleo.....	91
4.2.2 Causalidade de Granger entre as ações da Petrobrás e o preço do petróleo.....	94
4.2.3 Resultados do VECM .....	95
4.2.4 Resultados do modelo TSLS.....	95
4.2.4.1 Teste dos resíduos.....	99

4.2.4.1.1	Teste de autocorrelação dos resíduos .....	99
4.2.4.1.2	Teste de heteroscedasticidade dos resíduos.....	100
4.2.4.1.3	Teste de normalidade dos resíduos .....	101
4.2.5	Resultado do modelo GARCH .....	102
4.2.6	Previsibilidade dos Retornos .....	103
4.2.7	Possibilidade de Ganhos Considerando os Custos de Transação .....	104
5.	CONCLUSÕES .....	105
	REFERÊNCIAS .....	108
	APÊNDICE A: Resultados das regressões da hipótese - H1.....	115
	APÊNDICE B: Resultados das regressões da hipótese - H2.....	120

## 1. INTRODUÇÃO

Tendo em vista a relação entre lucros, dividendos e o valor acionário de uma empresa, a carência de estudos nacionais fundamentados na hipótese de mercado eficiente - HME, com base nos preços de *commodities*, mais especificamente, no preço internacional do barril do petróleo em relação às empresas do ramo de atividade petróleo e gás, e devido aos resultados contraditórios encontrados a respeito da previsibilidade do mercado acionário brasileiro, é que se desenvolveu esta pesquisa. Assim, o presente estudo visa a fornecer mais subsídios nos estudos do tema ora em questão.

Neste capítulo será apresentada uma breve contextualização e identificação do problema de pesquisa, os objetivos, a justificativa e relevância da pesquisa, bem como a delimitação da pesquisa e a estrutura do trabalho.

### 1.1 Contextualização e Identificação do Problema de Pesquisa

O petróleo é uma das *commodities* mais importantes da atual vida moderna. Apesar dos esforços de ambientalistas para a diminuição do consumo dos combustíveis fósseis não renováveis, o petróleo, segundo a EIA - *Energy Information Administration*, ainda é uma das principais fontes de energia consumida no mundo. Acredita-se que o petróleo se mantenha com esse status ainda por um longo período de tempo, seja pela grande quantidade de poços e reservas de petróleo existentes no mundo ou pela falta de fonte alternativa de igual qualidade e disponibilidade. Neste sentido, Jones e Kaul (1996, p. 463) ressaltam que o petróleo é o principal recurso utilizado em todo o mundo.

Além do mais, o petróleo está presente nos mais diversos produtos utilizados pelos seres humanos, como: a parafina, o gás liquefeito de petróleo, asfalto, piche, coque, benzina, nafta petroquímica, querosene, solventes, óleos combustíveis, óleos lubrificantes, óleo diesel e subprodutos como cera, papelão, giz, velas, tintas, pinturas, embalagens, plásticos e cosméticos.

De acordo com Arouri e Rault (2009, p.2), grande parte da literatura tem focado na relação entre preço do petróleo e variáveis macroeconômicas, pois vários estudos demonstraram que flutuações nos preços do petróleo têm efeitos significativos na atividade econômica de países desenvolvidos e emergentes.

A importância do petróleo é tamanha, que o aumento do preço do mesmo é refletido diretamente nos índices de inflação dos diferentes países, nas taxas de juros básica da economia e no produto interno bruto dos países, uma vez que as mercadorias derivadas do petróleo, como óleos combustíveis (gasolina) e o diesel, são utilizados como insumos para funcionamento, produção e desenvolvimento de praticamente todas as atividades econômicas.

Assim, Sadorsky (1999, p. 468) ressalta que aumento no preço do petróleo é um indicativo utilizado frequentemente de pressão inflacionária, que por sua vez poderia indicar o futuro da taxa de juros e investimentos de todos os tipos.

Salienta-se que, além destas justificativas para a escolha do petróleo como a *commodity* do presente estudo, o mercado de petróleo, devido à sua importância para a economia mundial, possui, dentre as demais *commodities*, um dos mercados mais líquidos, o que permite a obtenção de dados intradiários com frequência de dez minutos. Assim, tal característica (liquidez) tende a ser importante quando dos estudos de eficiência de mercado.

Ao averiguar relatórios feitos por analistas fundamentalistas que cobrem a Petrobrás<sup>1</sup>, percebeu-se que a maioria destes são unânimes ao relacionar aumentos no preço internacional do petróleo com o aumento da receita líquida da Petrobrás.

Neste sentido, destacam-se os seguintes informes:

O principal efeito negativo do resultado da Petrobrás foi a queda do preço médio do barril de petróleo no mercado internacional, que recuou de US\$ 123,8 no segundo trimestre de 2008 para US\$ 59,69 no segundo trimestre de 2009, afetando a geração de caixa da empresa (BROAD, 2009).

De forma resumida, o bom resultado do 3T09 da Petrobras decorreu da forte valorização das cotações do petróleo (MATOS, 2009).

Assim, o relatório da administração das demonstrações financeiras padronizadas – DFP, de 31 de dezembro de 2008, ressalta que:

O aumento dos preços médios de petróleo e derivados no mercado internacional e de derivados no mercado doméstico, aliado ao crescimento no volume de vendas, elevou a receita operacional líquida a R\$ 215,1 bilhões, ou seja, um aumento de 26,1% em relação a 2007. Contribuíram para esse desempenho:  
Aumento do lucro bruto em R\$ 8.504 milhões, devido: Aumento dos preços médios de realização de derivados e petróleos, no mercado interno e exportações (R\$ 26.289

---

<sup>1</sup> Vide Petrobrás (2010)

milhões), com destaque para a Nafta, QAV e Óleos Combustíveis, refletindo o comportamento das cotações internacionais, e para o Diesel e a Gasolina, relacionados aos reajustes aplicados a partir do mês de maio de 15% e 10%, respectivamente, além dos reajustes trimestrais do Gás Natural importado, que contribuem para corrigir os contratos de fornecimento de gás, e aos maiores preços da Energia Elétrica comercializada devido ao acionamento emergencial das térmicas no início do ano.

Cabe destacar que, entre as atividades desempenhadas pela Petrobrás, a mais rentável à empresa é a atividade de exploração e produção, cujo custo, conforme constatado no Relatório Mercado Financeiro – RMF (2009), é de US\$/barril 22,86, com valor médio de venda de US\$/bbl 64,00 . Salienta-se que o preço médio de venda é diretamente proporcional ao preço internacional do barril de petróleo. Consequentemente, se este aumentar, a receita da Petrobrás também aumenta. Destaque-se que derivados do petróleo como a nafta, o querosene de aviação e o óleo combustível são reajustados quinzenalmente de acordo com o preço internacional do barril de petróleo. Já algumas receitas da empresa como a gasolina e o diesel seguem uma política de reajustes no longo prazo para evitar a volatilidade no mercado interno. Contudo, são também afetadas pelo preço do petróleo. As exportações e importações de petróleo e derivados também são influenciadas pelo preço internacional do barril de petróleo.

Ressalta-se que a importação de petróleo leve e derivados realizada pelo segmento de refino, transporte e abastecimento da empresa visam ao abastecimento interno e à mistura ao petróleo pesado para posterior refino e comercialização. Assim, os valores destes são posteriormente repassados ao preço de venda, porém não de forma imediata, conforme mencionado. É importante destacar que as vendas totais de petróleo e seus derivados (mil barris/dia) tanto para o mercado interno quanto ao externo superam as importações realizadas pelo segmento de refino, transporte e abastecimento (RMF 2009 – 13/11/2009). Conjuntamente, todos esses fatores fazem com que o aumento no preço internacional do petróleo tenha um efeito positivo no resultado da Petrobrás.

Entre diversos modelos que precificam o valor de uma ação, há o modelo de dividendos descontados, o qual, segundo Damodaran (1999, p.239) “*o valor da ação é o valor presente dos dividendos que se espera que ela gere*”. Gonçalves e Godoy (2007, p.2) ressaltam o poder explicativo dos dividendos futuros para avaliação das empresas e salientam que estes últimos são apresentados pela literatura científica como um dos principais métodos para avaliar o valor de mercado das empresas. Dessa forma, tudo o mais permanecendo constante, acredita-se que

aumentos nos preços do petróleo elevem os lucros da Petrobrás e consequentemente influenciem os dividendos, que por sua vez modificam o valor das ações da empresa.

Além destes fatores expostos que relacionam o preço do petróleo com as ações da Petrobrás, deve-se chamar a atenção para o fato de que alterações no preço internacional do petróleo modificam o valor do estoque da empresa, que, em contrapartida, afeta o valor do ativo e consequentemente o valor de mercado da empresa. Por estes motivos, espera-se encontrar uma relação entre o preço internacional do petróleo e as ações da Petrobrás. De acordo com o Gráfico 1, abaixo explicitado, é possível notar que movimentos do preço das ações preferenciais da Petrobrás estão relacionados com o preço internacional do barril do petróleo.

Além destas premissas, é importante destacar que agentes financeiros, mais precisamente participantes de mercados de capitais têm como principal objetivo obter lucros. E visando a aumentar seu leque de oportunidades e a diversificar seus empreendimentos é que esses agentes participantes de mercados de capitais de países desenvolvidos migraram também para os mercados de países em desenvolvimento. Este fato, juntamente com a emissão de ações de empresas nacionais em mercados internacionais, *DRs - depositary receipts* contribuiu para um maior fluxo de capital e informação entre os países envolvidos como também para um maior nível de transparência e de governança corporativa das empresas envolvidas.

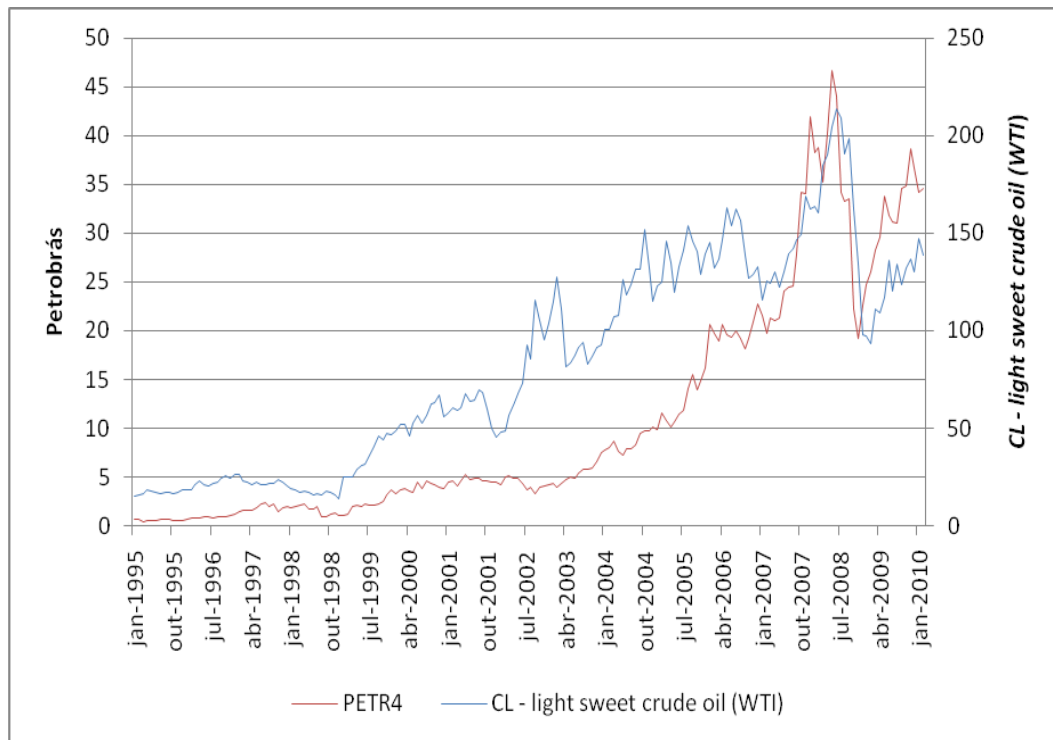


Gráfico 1: Petrobrás x *CL light sweet crude oil (WTI)* – Dados mensais: 01/1995 a 02/2010  
 Fonte: Elaboração própria

Maior número de participantes e maior transparência das demonstrações financeiras das empresas têm contribuído para que o fluxo informacional flua de forma mais rápida e eficiente entre os agentes, a ponto de os ativos financeiros convergirem de forma mais rápida para seu preço de equilíbrio.

Neste sentido, foi que os avanços tecnológicos ocorridos em meados do século XX, principalmente nos meios de comunicação e na informática e a abertura dos mercados por meio do processo de desregulamentação ocorrido em vários países, em especial nos países emergentes, facilitaram a comunicação, o fluxo informacional e a intensificação do fluxo financeiro entre os agentes situados em diferentes países, favorecendo, desta forma, a integração e a correlação entre os mercados de capitais.

Assim, nos dias atuais, em questão de segundos, dados são disponibilizados *on-line* na *Internet* para qualquer avaliação. Mediante esse mecanismo de comunicação, é possível transacionar, em pouco tempo, ações e *commodities* por todo o mundo.

Se, por um lado, a tecnologia facilitou o fluxo informacional e, conseqüentemente, a integração e eficiência dos mercados, por outro lado contribuiu para a instabilidade e volatilidade

dos mercados de capitais. Pereira (2002) salienta que com a evolução nos meios de comunicação, os mecanismos de movimento de interdependência dos preços das ações nos mercados tornaram-se mais acentuados. Arshanapalli e Doukas (1992) apud PEREIRA (2002) estimaram em sua pesquisa elevados graus de correlações internacionais no Crash de outubro de 1982, em que se verificou a quebra no sistema financeiro mexicano, que induziu um efeito em cadeia em toda a América Latina, principalmente no Brasil e na Argentina. Pereira (2002) destaca ainda que “a década de 1990 foi marcada por crises financeiras significativas que alteraram a direção e o comovimento dos índices dos preços das bolsas de valores dos países emergentes, registrando efeitos contágios que são transmitidos entre as demais bolsas dos países latino-americanos”.

Pesquisas demonstraram que uma maior globalização, quer seja por uma economia mais aberta, um nível menor de tarifação ou uma maior comercialização ou tramitação de serviços e produtos entre os países membros, favorece a integração de mercados entre os países envolvidos. Neste sentido foi que Leal e Silva (1998) analisaram o comportamento dos mercados acionários argentino e brasileiro antes e depois da criação do MERCOSUL. Os autores verificaram que antes do Mercosul os países estavam segmentados, não mantendo qualquer relação com os fatores globais utilizados. Já, no período posterior à criação do MERCOSUL, foram encontradas evidências de que os mercados brasileiro e argentino estavam mais integrados entre si.

Bekaert e Harvey (2000), ao analisarem a inserção de um país na economia global, em decorrência da liberalização dos mercados emergentes, verificaram o aumento da volatilidade do mercado acionário.

Groppô, Amaral e Bertucci (2001) salientam que a globalização e a internacionalização do capital conduzem cada vez mais à integração dos mercados; contudo, à medida que os mercados se tornam mais integrados, mais eles tendem a se mover em conjunto. Logo, menores serão os benefícios advindos dos investimentos em nível internacional. Portanto, o avanço tecnológico e a consequente troca de informações juntamente com a globalização resultaram em maior integração entre os diferentes mercados mundiais.

De acordo com Nunes (2002, p.14), há três classificações quanto à integração ou à segmentação entre os mercados de capitais, que são: mercados completamente integrados, completamente segmentados ou parcialmente integrados ou segmentados.

Harvey (1995), Bekaert, Harvey e Lumsdaine (1998) apud NUNES (2002, p. 19 e 20) salientam que dois mercados são tidos como completamente integrados quando dois ativos na



mesma classe de risco têm os mesmos retornos esperados. Por outro lado, o inverso de integração é a segmentação. Mercado completamente segmentado implica que apenas fatores nacionais afetam os preços das ações. Segundo Nunes (2002, p.20), “as imperfeições mais comuns de um mercado segmentado são: barreiras de informações, custos de transação, risco cambial, pequena escala do mercado, risco político e barreiras reguladoras”.

De acordo com Kim e Singal (1996) apud NUNES (2002, p.20), quando mercados se movimentam no sentido de reduzir tais barreiras, permitem que os mercados se movam de um regime de segmentação para um regime de integração, o que pode impactar a expectativa de retorno, volatilidade e correlação com os fatores mundiais importantes para a análise do risco e construção de portfólio. Assim, quanto mais integrados forem os mercados, mais eles tendem a se mover conjuntamente, quando da ocorrência de um fato relevante. Neste sentido, Gilmore e McManus (2002) apud NUNES (2002) observaram, em seus estudos empíricos, que há um incremento significativo na correlação entre os mercados de capitais dada a maior integração do mercado global. Tal entendimento pode ser direcionado também para o mercado de *commodities* e o acionário. Assim, um evento de grande importância ou mesmo um fato relevante, se mercados de países distintos estão integrados, poderia ocasionar em efeitos semelhantes tanto para a *commodity* quanto no preço da ação da empresa que comercializa esta *commodity*, pois ambos fariam parte de um grupo de ativos de mesmo risco.

De acordo com Fama (1970), a HME é aquela cujos preços das ações refletem completamente as informações disponíveis. Fama (1970) classifica a eficiência de mercado em três tipos distintos de eficiência: a forma fraca, que reflete a informação de preços passados, a forma semiforte, que reflete além dos preços passados as informações publicamente disponíveis, e a forma forte na qual são consideradas todas as informações, inclusive as privilegiadas. Além do mais, segundo a HME, os preços das ações são imprevisíveis, uma vez que estas se comportam como um passeio aleatório, não sendo possível a realização de arbitragem. Apesar de Fama (1970) ter tratado apenas do mercado acionário, tal entendimento pode ser estendido para o mercado de *commodity*, mais especificamente o mercado de petróleo. Desta forma, tanto o preço das ações quanto o preço do petróleo devem refletir as informações disponíveis e se comportarem como um passeio aleatório. Neste sentido, Huang et al (1996, p.1) ressaltam que se o mercado futuro do petróleo e o mercado acionário forem eficientes, o preço do petróleo futuro e os preços

das ações serão contemporaneamente correlacionados, visto que cada mercado reage rapidamente aos choques de informação, conforme as expectativas dos investidores forem capitalizadas.

No entanto, mercados de capitais de diferentes países têm distinto grau de desenvolvimento, que pode ocasionar a assimetria de informação, onde a informação não será refletida pelo menos de forma imediata no preço das ações. Assim, a velocidade da reação para dada informação em mercados desenvolvidos pode ser diferente quando comparada a mercados ainda em desenvolvimento. Tal fato pode ser constatado pela diferença de volume negociado entre os mercados, o grau de concentração das ações negociadas e a existência de mecanismos de proteção ao acionista minoritário. Então, pelo motivo de existirem mercados mais desenvolvidos que outros, pode acontecer de estes mercados incorporarem o efeito da informação em seus preços de forma mais eficiente.

Além do mais, existe a possibilidade de diferentes mercados como, por exemplo, o mercado acionário e o mercado de *commodities* (petróleo) terem distintos usuários que podem afetar a velocidade da absorção da informação em cada mercado. Desta forma, movimentos de preços de ativos de mercados com diferentes usuários ou mesmo de um mercado mais desenvolvido, como o mercado norte-americano, podem preceder os movimentos de preços de um mercado menos desenvolvido, como o Brasil, caso estes estejam parcialmente integrados.

Este seria o efeito *lead-lag*, que, ao considerar os movimentos de preços de dois ativos, existe um que lidera - *lead* e o outro que o segue com certa defasagem de tempo - *lag*.

Assim, acredita-se haver uma relação de curto prazo entre o preço internacional do petróleo e o valor das ações preferenciais da Petrobrás.

Caso seja verificado o efeito *lead-lag* entre os ativos, poderia haver uma quebra nos pressupostos da HME, uma vez que os preços poderiam ser previstos com certo nível de confiança, e obter retornos anormais. Entrementes, se os custos transacionais forem altos o suficiente, que impeçam ganhos anormais, não há de se cogitar em violação dos pressupostos da HME (JENSEN, 1978; FAMA, 1991).

Diante de todo o exposto e considerando as premissas apresentadas, o objetivo geral da pesquisa é verificar se existe uma relação entre o preço internacional do petróleo negociado na bolsa de Nova Iorque e o valor da ação de uma empresa do ramo de atividade petróleo e gás negociado na bolsa de valores de São Paulo – Bovespa - representada pela ação preferencial da Petrobrás, maior empresa do setor no Brasil.

Assim, pretende-se com esta pesquisa responder a seguinte pergunta: “Há relação entre o preço internacional do barril do petróleo e o preço das ações preferenciais da Petrobrás negociado na bolsa de valores de São Paulo?”

## **1.2 Objetivos**

Neste item serão expostos o objetivo geral, as hipóteses da pesquisa e os objetivos específicos do presente trabalho.

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Verificar se existe relação entre o preço internacional do barril do petróleo e o preço da ação preferencial da Petrobrás. Assim, o objetivo geral se divide em duas hipóteses de pesquisa, quais sejam:

- a) H1: Existe relação contemporânea entre o preço internacional do petróleo e o preço da ação da Petrobrás;
- b) H2: Existe efeito *lead-lag* entre o preço internacional do petróleo e o preço da ação da Petrobrás.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Para a consecução do objetivo geral e das duas hipóteses de pesquisa, foram considerados os seguintes objetivos específicos:

- 1) Especificar um modelo econométrico consistente com as hipóteses de pesquisa;
- 2) Definir a amostra e coletar dados para as variáveis do modelo definido no item 1;
- 3) Validar o modelo estatística e economicamente;
- 4) Verificar se há ou não relação entre as variáveis dependentes e explanatória.

Quando da consecução da H2, pretende-se também:

- 5) Ajustar os dados intradiários com frequência de dez minutos contemporaneamente;
- 6) Determinar a causalidade entre o preço internacional do petróleo e o preço das ações da Petrobrás;
- 7) Determinar as defasagens temporais - *lags* entre os movimentos do preço do petróleo e os preços das ações da Petrobrás;
- 8) Verificar a existência do efeito *lead-lag*;
- 9) Averiguar a possibilidade de auferir retornos anormais em decorrência do efeito *lead-lag*.

### 1.3 Justificativa e Relevância

O mercado de petróleo é um dos mercados de *commodities* que possui maior liquidez, o que contribui para os estudos da eficiência de mercado, e é uma das matérias-primas mais importantes da atual conjuntura econômica do mundo moderno.

Assim é que o petróleo foi acolhido como a *commodity* a ser pesquisada no estudo ora em questão e o impacto das oscilações de seus preços em uma empresa que comercialize esta *commodity* foi o objeto da presente pesquisa.

Tendo em vista os relatórios de analistas que cobrem a Petrobrás, é importante averiguar estatística e empiricamente através de modelos econométricos, se variações no preço do petróleo e, conseqüentemente, no resultado da empresa são repassados para o preço das ações da Petrobrás, conforme prediz o modelo de dividendos descontados.

Além do mais, a falta de estudos que tratam da HME sob o foco do mercado de petróleo e o mercado acionário, mais especificamente, o preço das ações da Petrobrás foi um dos principais incentivos do presente trabalho.

Concomitantemente a esta conjectura, a integração entre os mercados de capitais e as diferenças existentes entre os mercados desenvolvidos e os em desenvolvimento, representados neste estudo pelo mercado de petróleo norte-americano e pelas ações da Petrobrás negociadas no mercado acionário brasileiro, pode ocasionar em incorporação de forma desigual das informações

relevantes nos preços da *commodity* e da ação. Assim, o preço internacional do petróleo poderia preceder os movimentos de preços das ações da Petrobrás.

Portanto, tendo em vista a ausência de estudos na área de mercado de petróleo e do mercado acionário e pelos demais motivos expostos acima, é que se torna relevante constatar se existe uma relação contemporânea e um efeito *lead-lag* entre o mercado de petróleo e as ações preferenciais da Petrobrás.

#### 1.4 Delimitações do Estudo

De acordo com Souza (2006), o preço dos diferentes tipos de petróleo no mundo é baseado, ou mesmo tido, como referência pelos seguintes tipos: Brent, *West Texas Intermediate* - WTI e Dubai. O WTI reflete o preço dos barris de petróleo entregues em Oklahoma, nos Estados Unidos da América, e serve de referência para os mercados de derivados norte-americano. O Brent é produzido no Mar do Norte e representa o preço do óleo comercializado no Reino Unido. O Dubai, segundo Souza (2006), é entre os três o de menor produção. De acordo com Hagstromer e Wlazlowski (2007) apud NASCIMENTO (2009, p. 41), o volume de produção do Dubai é pouco representativo de um total produzido no Golfo Pérsico; portanto, seu preço não poderia ser utilizado como uma boa *proxy*.

Percebe-se pelo Gráfico 2, exposto abaixo, que o comportamento do preço do WTI e do Brent são semelhantes e que, ao longo do tempo, não houve, *a priori*, nenhuma quebra estrutural de um em relação ao outro. Portanto, a variação do petróleo tipo WTI é semelhante à variação do petróleo tipo Brent. No entanto, foi acolhido para a presente pesquisa o petróleo tipo WTI pelo fato de grande parte de analistas que cobrem a Petrobrás utilizar o WTI em suas referências e análises.

Foi escolhida a empresa Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobrás - como *proxy* de empresa do ramo de atividade petróleo e gás, pelo fato de a mesma ser a maior empresa brasileira de capital aberto do respectivo setor e ser a empresa brasileira que mais comercializa a respectiva *commodity*.

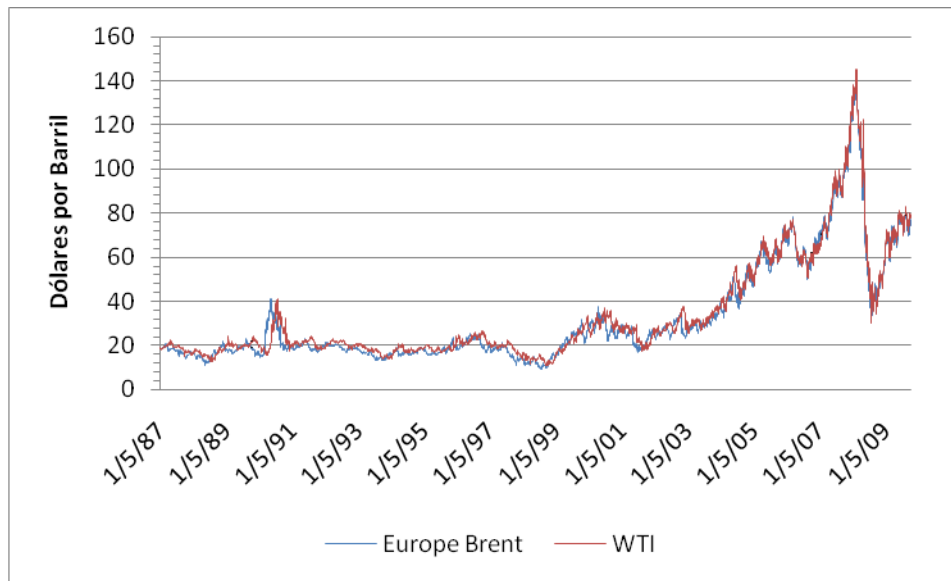


Gráfico 2: Brent x WTI – Dados diários  
Fonte: EIA

Os dados foram obtidos pelo sistema eletrônico CMA e para constatação da H1 serão usados valores mensais das variáveis dos índices supracitados e das variáveis preço internacional do petróleo - *CL light sweet crude oil (WTI)* - e das ações preferenciais da Petrobrás – PETR4, no período compreendido entre 1995 e 2009.

É importante ressaltar que quando da averiguação da H2 foram utilizados dados de alta frequência e que serão considerados apenas períodos em que ambos os mercados (acionário e *commodities*) estiverem em funcionamento concomitantemente. Pelo fato de serem utilizados dados intradiários de ativos localizados em diferentes países, será necessário ajustar os dados, devido a diferentes fusos-horários dos respectivos mercados, para que eles sejam analisados e utilizados de forma contemporânea.

De acordo com Bekiros e Diks (2008, p.2675), os preços a vista e futuro de determinada *commodity* refletem o valor do mesmo ativo e se considerar a possibilidade de arbitragem instantânea, não deveria o futuro liderar ou ser liderado nem ser conduzido pelo preço à vista. No entanto, a maioria dos estudos revela que o futuro influencia o preço à vista. A racionalização desse resultado deve-se ao fato de que os preços futuros respondem mais rapidamente a uma nova informação, devido a custos de transações mais baixos e à flexibilidade de vendas a descoberto, além do que transações no mercado futuro podem ser implementadas imediatamente por especuladores sem real interesse na *commodity* e por investidores que têm interesse na

*commodity*, porém têm restrições quanto o armazenamento (BEKIROOS e DIKS, 2008). Assim, foram utilizados na presente pesquisa o preço futuro do petróleo WTI, negociado no CMEgroup, em Nova Iorque.

### **1.5 Estrutura do Trabalho**

A presente dissertação foi estruturada em cinco capítulos:

O primeiro capítulo trata da introdução ao tema, onde são apresentados a contextualização do tema e o problema de pesquisa, a definição dos objetivos geral e específicos, a justificativa e relevância da pesquisa, a delimitação da pesquisa e a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo apresenta o referencial teórico com a revisão bibliográfica sobre o tema estudado. O referencial teórico foi dividido em sete seções: Globalização financeira, petróleo, integração e segmentação de mercados, hipótese de mercado eficiente, papel da informação e da evidência contábil, arbitragem e estudos empíricos.

O terceiro capítulo aborda a definição da metodologia de pesquisa utilizada, a definição da amostra, a coleta dos dados, o tratamento dedicado aos mesmos e as variáveis, a construção dos modelos econométricos e os custos transacionais.

O quarto capítulo traz os resultados da aplicação dos modelos econométricos das séries temporais financeiras e os resultados dos custos transacionais.

O quinto capítulo apresenta as conclusões.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo foi dividido em sete partes, nas quais foram apresentados os principais conceitos, estudos e trabalhos relacionados a esta dissertação. Assim, no primeiro subitem será apresentado o conceito de globalização financeira; posteriormente, será exposta a importância do petróleo; no terceiro tópico, será apresentada a integração e segmentação de mercados; e, em seguida, a hipótese do mercado eficiente. Nos tópicos posteriores, serão evidenciados o papel da informação contábil, a arbitragem e as pesquisas relacionadas com o presente tema.

### 2.1 Globalização Financeira

Lacerda (2004, p. 8) descreve globalização como “significativa expansão do comércio internacional e dos fluxos de capitais, tudo isso concomitante ao excepcional avanço tecnológico, especialmente o advento da telemática, ocorrido com maior intensidade a partir de meados dos anos 1980”.

Para Savóia (1996) apud BRUNI (2002, p. 2) globalização, *ipsis verbis*:

(...) é um fenômeno recente, iniciado na década de oitenta, configurando-se como uma etapa posterior à internacionalização da economia, onde ocorre a integração da produção de bens, serviços e dos fluxos de capital a nível mundial, gerando interdependência entre as organizações e os países.

Com o surgimento da globalização, as empresas necessitaram de capital para efetuar novos investimentos e fazer frente à concorrência externa. Nesse sentido, é que o mercado financeiro tem suprido essa carência, principalmente por empresas situadas em mercados com possibilidades restritas de captação de recursos.

Então, países com mercados financeiros pouco desenvolvidos ou países com carência de fontes de financiamento de longo prazo no mercado de capitais, segundo Camargos et al (2003, p. 51), têm levado um número cada vez maior de empresas a emitir *depository receipts* - DR's, visando a obter, entre outros fatores, captação de recursos a taxas menores que os praticados nos mercados domésticos. Conseqüentemente, o aumento de empresas com títulos negociados no exterior tem direcionado à maior integração entre os mercados envolvidos.

Contudo, foi a partir do final da 2ª Guerra Mundial que se iniciou o processo de globalização dos mercados financeiros, com impacto, em um primeiro momento, nos países



desenvolvidos. A globalização financeira refere-se à maior integração dos mercados internos associados com a tecnologia inovadora e a desregulamentação ocorrida no período pós-guerra, manifestada pelo aumento crescente de capital entre as fronteiras nacionais (COHEN, 1996).

A desregulamentação, iniciada pelos países desenvolvidos, mais especificamente pelos Estados Unidos e pela Inglaterra, visava a atrair investimentos e a criar um mercado financeiro internacional (HELLEINER, 1994).

Lacerda (2004, p. 5) destaca que um dos fatores que explica o dinamismo do fluxo financeiro é o recurso sofisticado da telemática, que “encurtou” os mercados e propiciou a interconexão dos mercados financeiros.

Da mesma forma que os avanços tecnológicos facilitaram o processo de difusão da informação e conseqüentemente contribuíram para integração dos mercados e sua eficiência, os avanços tecnológicos facilitaram a obtenção de ganhos por parte dos arbitradores quando do processo de formação dos preços de equilíbrio. Assim, Bruni e Fama (1998, p. 75) destacam que a arbitragem conduz ao equilíbrio dos preços, pois, ao comprar um produto por um preço menor e vendê-lo por um preço maior, é exercida pressão sobre a oferta e a demanda a ponto de chegar ao preço de equilíbrio.

De acordo com Neto (2004, p. 19), além da automação e inovações financeiras, o crescimento e a concentração dos capitais controlados pelos investidores institucionais, assim como suas estratégias de diversificação, têm determinado o expressivo crescimento dos fluxos internacionais de capitais em geral.

Neto (2004, p. 16) destaca que “a globalização financeira é entendida como um produto do desenvolvimento tecnológico e da liberalização no sistema financeiro internacional e veio a influenciar a economia brasileira a partir do início da década de noventa”.

O avanço tecnológico da informação e da comunicação, a partir da década de 1980 (oitenta), provocou o fortalecimento e impactos sobre o setor financeiro. Apesar das barreiras existentes à integração das comunicações, do ponto de vista tecnológico, os avanços contribuíram para uma comunicação mais rápida e barata, facilitando o acesso à informação e à integração dos mercados financeiros. Assim, a integração entre os mercados ou mesmo a globalização financeira pode ser compreendida pelo crescimento exponencial dos fluxos de capitais transfronteiriços, causado pela liberalização financeira ocorrida em vários países simultaneamente.

Nesse sentido, Gonçalves (1996, p. 134) e Zini, Jr. (1996, p. 110 apud BRUNI, 2002, p. 5) salientam que a globalização financeira foi impulsionada pela maior integração entre os sistemas financeiros nacionais, que se verifica pelo crescimento de fluxo de capitais, tanto para os países desenvolvidos, quanto para os em desenvolvimento, pela desregulamentação financeira, ou seja, pela desregulamentação das barreiras à intermediação com haveres não bancários (ações, debêntures, derivativos) dos anos oitenta e pelos progressos nas telecomunicações e na informática.

O avanço tecnológico permitiu que qualquer pessoa, em qualquer lugar do mundo, desde que tenha acesso à *internet*, possa negociar ações nas bolsas de valores. Tal negociação se tornou possível graças ao *Home Broker*, que é um “instrumento que permite a negociação de ações via *internet*” (BMF&BOVESPA, 2010).

Então, as diferenças existentes entre as oportunidades e os produtos oferecidos pelos mercados internos tenderam a diminuir, chegando a certo nível de homogeneização dos mercados em questão. Para Bruni (2002, p.19), *ipsis literis*:

(...) mercados financeiramente globalizados caracterizam-se pela presença de um maior número de participantes, com melhor acesso às informações relevantes. Assim, espera-se que a globalização financeira contribua para um processo mais coerente de formação de preços e retornos, com uma elevação do nível de eficiência informacional destes mercados.

Portanto, percebe-se que a globalização financeira corrobora para a integração de mercados e esta, por sua vez, para a maior rapidez nos fluxos das informações relevantes, que, conseqüentemente, influencia na formação dos preços de equilíbrio dos títulos negociados nos mercados de capitais dos países envolvidos.

Costa Junior e Leal (1997), ao examinarem o efeito de medidas econômicas de integração entre Argentina e Brasil (MERCOSUL) sobre os respectivos mercados acionários, concluíram que houve grande aumento no inter-relacionamento entre os mercados, principalmente a partir de 1994, ou seja, três anos após a assinatura do Tratado de Assunção.

Por outro lado, a alta do preço do petróleo afeta as economias como um todo, pois diversos produtos e serviços são dependentes do mesmo. Assim, entre outras conseqüências, a alta do preço do petróleo faz aumentar o nível de inflação, tanto pela elevação dos preços das mercadorias quanto pelo custo dos transportes das mesmas.

Esse fenômeno acaba por corroer pela base os próprios fundamentos da globalização mercantil e industrial podendo ocasionar a diminuição ou mesmo no fim da integração dos mercados de capitais dos países envolvidos.

Assim, com a alta do combustível, empresas multinacionais reavaliam as vantagens de fabricação de produtos em países distantes do mercado consumidor. Isto, contudo, não significa o fim da globalização, mas a adaptação dos países a uma nova conjuntura econômica.

Por este motivo, é que serão aprofundados nos próximos tópicos desse capítulo, a importância do petróleo, o conceito de integração e segmentação de mercados e a hipótese da eficiência de mercados.

## **2.2 Petróleo**

O petróleo é formado em uma escala de tempo muito longa para os padrões humanos. No entanto, sua origem vem de algo extremamente pequeno, os depósitos orgânicos nos fundos dos mares. Conhecidos como plânctons, as carapaças desses organismos são depositados no fundo do oceano. Com o passar dos anos, essas carapaças se amontoam e, conforme esse substrato vai sendo enterrado em regiões profundas, a pressão cresce e transforma o material em uma espécie de rocha. Essa rocha, com o passar dos anos, se aquece e transforma-se em uma argila xistosa rica em hidrocarbonetos, que cozinhado por milhares de anos quebram e se transformam em um material conhecido mundialmente como *petroleum*. Este termo, proveniente da junção das palavras em latim *Petrus* e *Oleum*, significa óleo da pedra (SHAH, 2007).

De acordo com Yergin (1992, p. 8), há séculos, antes mesmo da utilização do petróleo como fonte de energia pelas indústrias, o óleo cru já era usado por determinadas sociedades. Alguns povos antigos como os egípcios, babilônios, gregos e romanos utilizavam o petróleo para diversos fins, entre eles a pavimentação de vias e o uso bélico. No entanto, a extração do respectivo material não requeria esforço, visto que extravasava pelo solo.

Descoberto como excelente fonte de energia, o petróleo possibilitou mudanças significativas na vida em sociedade. Os vastos usos do petróleo e de seus derivados permitiram não só um salto de qualidade de vida dos seres humanos como também tornou os países industrializados extremamente dependentes dele.

Shah (2007, p.29) destaca que o petróleo, até então, por meio do querosene, era essencialmente usado para iluminação e aquecimento de casas, em substituição do óleo de baleia. Williamson et al (1966, p. 383-385) ressaltam que, apesar da queda acentuada do mercado de querosene a partir dos anos de 1880 influenciado em parte pelo uso da iluminação elétrica, houve uma crescente demanda por outros derivados de petróleo, como a gasolina, que acabou superando a energia derivada do carvão. O petróleo é atualmente o principal responsável pela geração de energia mundial. Em 2006, segundo a *EIA*, o petróleo correspondeu a 33% da geração de energia.

Rego e Marques (2006, p. 86) sublinham que, no Brasil, a história do petróleo teve como mola impulsora a nascente indústria pesada, no início de 1950, com a tentativa do presidente Getúlio Vargas de criar as bases dessa indústria. Estas bases se materializaram mediante a criação das estatais como o Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobrás, Companhia Siderúrgica Nacional e a Companhia Vale do Rio Doce.

### **2.2.1 A Importância do Petróleo**

Nesse tópico serão delineados a origem industrial do petróleo e o petróleo no cenário mundial.

#### **2.2.1.1 A Origem Industrial do Petróleo**

A importância do petróleo como fonte ativa de energia industrial teve origem nos Estados Unidos, mais especificamente no estado da Pensilvânia com o primeiro poço moderno e comercial, perfurado em 1859, pertencente à *Pennsylvania Rock Oil Company*. (OPEC, 1983).

A produção de petróleo nos Estados Unidos cresceu vertiginosamente a partir deste seu primeiro poço comercial. De acordo com Schurr e Netschert (1960, p. 86), a produção expandiu-se em mais de dez vezes nos dez primeiros anos de existência, saindo de 500 mil barris por ano, em 1860, para 5.261.000 barris, em 1870.

Nos primeiros anos pós 1860, o preço do barril, na economia norte-americana, era extremamente volátil. De acordo com Schurr e Netschert (1960, p. 85), o preço do barril do

petróleo, em janeiro de 1860, era de US\$ 19,25 e, em 1862, do mesmo mês US\$0,10, elevando-se, posteriormente, ao patamar de US\$11,00 em dezembro de 1864.

Schurr e Netschert (1960, p. 91) destacam que:

O uso do óleo cru como combustível sem o refino foi mais extensivo durante o início da história industrial do petróleo do que usualmente percebido. Mas o uso do óleo cru, como um todo, tem sido mínimo e continuamente decrescente em importância comparado ao papel dos produtos refinados. (tradução do próprio autor).

O refino do petróleo tem como objetivo a separação das cadeias de carbono e, conseqüentemente, a geração de produtos diferentes como gasolina, querosene, óleos lubrificantes, gás, diesel, betume, cera e outros (OPEP, 1983).

Em um primeiro momento, a produção de petróleo foi estimulada pelas demandas crescentes de querosene para a iluminação e de óleos lubrificantes. Posteriormente, sua demanda foi estimulada por combustíveis como gasolina e diesel.

O cenário de relativa abundância de petróleo para os norte-americanos começou a mudar depois da segunda guerra mundial. Devido às altíssimas demandas pelo óleo, em função da segunda guerra mundial, as jazidas americanas se esgotaram forçando os americanos a prospectar (buscar) petróleo em outros países. Antes da guerra, o carvão era responsável por mais da metade da geração de energia no EUA e, em 1955, respondia por menos de um terço. (SHAH, 2007).

A então política de assegurar quantidades cada vez maiores pelo ouro negro deu ao mundo uma nova dinâmica. Pois, gradativamente, o petróleo assumia não só o principal gerador de energia para o mundo, mas também a principal matéria-prima em quase todas as outras indústrias.

### **2.2.1.2 O Petróleo no Mundo**

A economia mundial depende fundamentalmente de energia para se movimentar. Em todos os setores da economia a energia se torna vital: nas indústrias permite aos maquinários funcionarem, nas residências permite o funcionamento dos eletrodomésticos e, nos transportes, permite que os indivíduos se locomovam.

É possível dividir as fontes de energia em duas categorias: as renováveis e as não renováveis. As renováveis podem ser facilmente reabastecidas, como a energia solar, eólica, hidráulica e biomassa (etanol, madeira, biodiesel entre outros). As energias não renováveis são

aquelas cuja reutilização ou recriação não são possíveis, como: o petróleo, o carvão mineral, o gás natural e a nuclear.

Nos Estados Unidos, as energias renováveis representam apenas 7% do total consumido, enquanto as energias não renováveis fornecem os 93% do consumo restante, incluído entre eles, como os principais, o petróleo, o carvão e o gás natural, com 37%, 23% e 24%, respectivamente. Nesse sentido, o petróleo exerce um papel fundamental no fornecimento de energia e matéria-prima para o crescimento dos diversos setores da economia.

De acordo com o gráfico 3, o consumo mundial cresceu acentuadamente nos últimos anos.

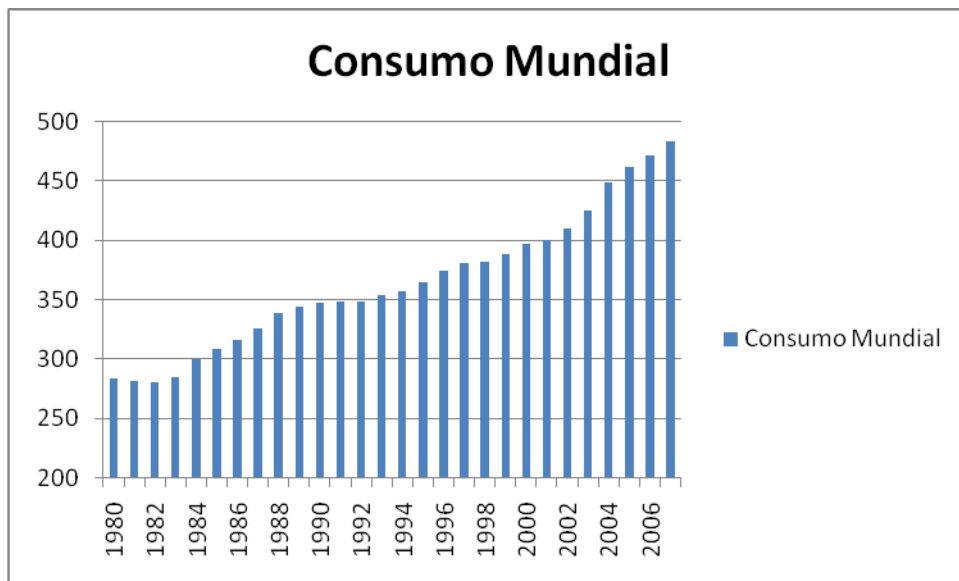


Gráfico 3: Consumo Mundial de Petróleo do período de 1980 a 2007 (quadrilhões de btu/ano)  
Fonte: Adaptado da EIA

Entre as fontes de energia, o petróleo é um dos principais geradores, seguido do carvão e do gás natural. Atualmente, o óleo cru é responsável por gerar energia em uma escala mundial que correspondeu, em 2006, a 33% da produção mundial. Devido à sua importância na geração de energia para a indústria como fonte de matéria-prima, os países que possuem altas reservas de petróleo detêm grandes vantagens competitivas.

Desde o início de sua utilização industrial, o petróleo, como pode ser visto no gráfico 4, cresceu fortemente como provedor de energia e se mantém ao longo dos anos como a principal fonte de energia.

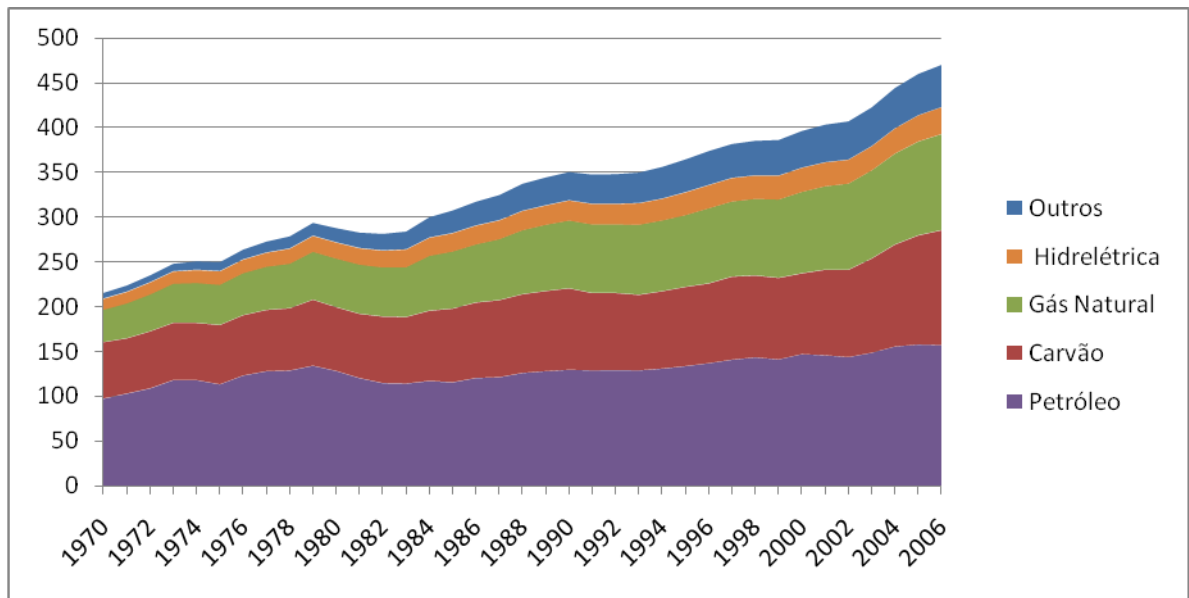


Gráfico 4: Evolução mundial da produção de energia por diferentes fontes energéticas  
Fonte: Adaptado EIA

Entre os anos de 1950 e meados dos anos de 1970, houve um forte crescimento na demanda por energia. A demanda internacional de energia crescia em torno de 5 a 6 por cento. (OPEC, 1983, p.37).

Em meio a esse período, surge, em 1960, um novo personagem no cenário mundial, a *Organization of the Petroleum Exporting Countries* - OPEC. O cartel da OPEC foi criado essencialmente para fazer frente à antiga ordem, em que apenas sete empresas<sup>2</sup> detinham juntas boas partes do comércio internacional.

Após sua criação, os países participantes expulsaram as companhias ocidentais e estatizaram as empresas privadas para extrair petróleo das suas jazidas. Os grandes exploradores, afastados das grandes jazidas de fácil acesso e de produção barata, tiveram que procurar outras fontes em locais mais politicamente seguros.

Atualmente, a OPEC, detém cerca de 80%<sup>3</sup> das reservas internacionais de petróleo de boa qualidade. São membros da organização: Argélia, Equador, Gabão, Indonésia, República Islâmica do Iran, Iraque, Kuwait, Nigéria, Qatar, Líbia, Arábia Saudita, Emirados Árabes e Venezuela.

<sup>2</sup> BP, Exxon, Gulf, Mobil, Royal Dutch/Shell, Standard Oil of California e Texaco

<sup>3</sup> OPEC, *Annual Statistical Bulletin* 2008

### 2.3 Integração e Segmentação de Mercados de Capitais

O presente tema foi mais aprofundado e recebeu maior destaque nas literaturas acadêmicas financeiras após a intensificação do processo de globalização dos mercados financeiros.

Assim, Groppo et al (2001) salientam que a globalização e a internacionalização do capital levam à integração dos mercados e quanto mais integrados forem os mercados, mais eles tenderão a mover-se em conjunto. Da mesma forma, Costa Junior e Leal (1997), ao estudarem a integração dos mercados latino-americanos, verificaram que as informações fluem de forma mais rápida entre mercados de capitais integrados.

No entanto, antes de conceituar integração e segmentação de mercados, faz-se importante definir o conceito de interdependência de mercados, uma vez que mercados interdependentes não necessariamente são mercados integrados.

De acordo com Pimenta Junior (1999 apud BRUNI, 2002, p. 36) “o conceito de interdependência de mercados pode ser apresentado através da eventual ligação informacional entre mercados”.

Assim, Bruni (2002, p. 36) salienta que eventos ou notícias relevantes de fatos econômicos ou financeiros sobre determinado país podem levar investidores a modificarem suas posições acionárias em outros países.

Existem vários estudos que retratam a presença de elos entre mercados acionários de diversos países, que podem ser verificados por meio da correlação entre esses mercados. Porém, a constatação de elos não implica que os mercados acionários dos países sejam integrados, uma vez que integração de mercados de capitais é um conceito mais restrito, que, segundo Costa Junior e Leal (1997, p.82), devem ser verificados por intermédio de modelos de apreçamento de ativos.

Fabozzi e Modigliani (1996) salientam que a classificação entre mercados pode variar de plenamente integrado a plenamente segmentado. Rodrigues, E. L. (1999, p. 22) define o conceito de segmentação e integração de mercados de capitais da seguinte forma, *ipsis letteris*:

O conceito de segmentação, quando aplicado aos mercados de capitais de diferentes países, pode ser definido como o isolamento de dois mercados decorrente de barreiras explícitas ou não ao fluxo de capitais, ou de impedimentos ao fluxo de informações relevantes pertinentes aos ativos transacionados nos dois mercados. Como exemplo de barreiras explícitas, é possível mencionar impedimentos legais ao investimento, custos de transação diferenciados, padrões contábeis diferentes e restrições ao câmbio. Como exemplo de barreiras não explícitas, é possível citar as diferenças de idioma e práticas negociais dos dois mercados. O conceito complementar



ao de segmentação de mercados seria a integração, ocasião em que tais barreiras são reduzidas ou eliminadas. No caso do objeto deste trabalho, a dupla listagem contribuiria a priori na direção de reduzir barreiras, isto é, aumentaria o grau de integração do mercado brasileiro com o mercado onde ocorresse a listagem.

Para Rodrigues (1999), países emergentes têm um maior número de barreiras diretas e indiretas que os separam dos países desenvolvidos. Essas barreiras ao investimento estrangeiro assumem diversas formas, conforme destacado acima. Salienta-se que essas barreiras estão presentes em maior ou menor grau tanto nos mercados emergentes quanto nos mercados desenvolvidos.

Então, em mercados de capitais plenamente integrados não há qualquer impedimento para investimento de recursos em distintos mercados de capitais.

Assim, o retorno esperado para títulos com mesmo risco e negociados em mercados diferentes, mas integrados, são iguais após os ajustes de impostos e a taxa de câmbio. Portanto, pode-se inferir que, em mercados de capitais plenamente integrados, não existe possibilidade de arbitragem.

De acordo com Harvey (1995 apud COSTA JUNIOR e LEAL, 1998, p. 88) “quando dois mercados estão integrados, dois ativos na mesma classe de risco deverão ter os mesmos retornos esperados”.

Entretanto, Rodrigues (1999) destaca que em situações que há diferenças entre os horários de funcionamento dos mercados de capitais surgem oportunidades de exploração de assimetrias informacionais entre os dois mercados.

Já nos mercados plenamente segmentados, o investidor de um país não teria o direito de investir no mercado de capital de nenhum outro país. Assim, o retorno esperado de um título com risco comparável a outro transacionado em um país distinto pode ser diferente, mesmo que ajustado pelos impostos e pela taxa de câmbio.

Segundo Costa Junior e Leal (1998), pesquisas empíricas anteriores, cuja amostra compreende o período de 1977 a 1992, sugeriram ausência de integração entre os mercados acionários emergentes, mais especificamente entre o mercado acionário brasileiro e o argentino.

No entanto, com intuito de continuar os estudos passados e verificar se houve integração entre o mercado argentino e brasileiro a partir dos anos de 1990, Costa Junior e Leal (1998) realizaram uma pesquisa empírica, que consistiu no teste de dois modelos de apreçamento de ativos para o mercado acionário na Argentina e no Brasil, no período de 1991 a 1996.

Os resultados demonstraram que a Argentina continua segmentada em relação aos grandes mercados internacionais, porém, quanto ao Brasil, parece ter ocorrido uma evolução na integração dos mercados de capitais dos dois países. Já o Brasil apresentou integração com os grandes mercados financeiros internacionais e com a Argentina.

Costa Junior e Leal (1998) destacam que esses resultados devem-se, entre outros fatores, à maior integração comercial entre Argentina e Brasil por meio do MERCOSUL, relevância do mercado americano para emissão de DR's por empresas brasileiras, os EUA's serem o maior parceiro comercial do Brasil e o Brasil da Argentina.

Portanto, nota-se que evidências de integração encontrada entre os mercados acionários devem-se à maior interação e comercialização entre os referidos países.

## 2.4 Hipótese de Mercado Eficiente

Foi em 1970, com base em conceitos inicialmente desenvolvidos por Roberts (1967), que Fama (1970) escreveu sobre a hipótese do mercado eficiente – HME - que representa um dos pilares da sustentação da moderna teoria de finanças.

Os estudos de mercado eficiente originaram-se do século XIX, quando do desenvolvimento dos estudos sobre o comportamento do preço dos títulos.

De acordo com Forti et al (2009, p.47), “datam de 1900 as análises de Louis Bachelier (BACHELIER, 1900), que investigou a teoria da especulação e descreveu o que se conhece hoje por *random walk hypothesis*”.

De acordo com Hendriksen e Breda (1999, p.119), “estudos iniciais do que era conhecido como teoria do passeio aleatório verificaram que as variações dos preços dos títulos são aleatórias em relação à informação disponível antes das variações”.

Em relação à hipótese do caminho aleatório, Fama (1970, p.386) afirma que os preços das ações teriam modificações independentes e essas mudanças teriam distribuição probabilística idêntica, conforme expressão abaixo:

$$f(r_{j,t+1}|\Phi_t) = [f(r_{j,t+1})] \quad (1)$$

Formalmente, o modelo afirma que as distribuições de probabilidade condicional e marginal da variável aleatória independente são idênticas.

Assim, o modelo do passeio aleatório salienta que a sequência dos retornos passados não é de serventia para a avaliação das distribuições de retornos futuros (FAMA, 1970).

Ao complementar seus estudos, Fama (1991) afirmou que os preços seguem comportamentos aleatórios, não sendo possível que participantes do mercado obtenham lucros anormais, ou seja, acima da média de mercado em períodos de tempo pré-determinado.

Assim, se os preços seguem um caminho aleatório é de se esperar que suas variações sejam indeterminadas e imprevisíveis.

Portanto, torna-se impossível que participantes do mercado, utilizando-se de artifícios ou mecanismos diferenciais, obtenham vantagens financeiras no mercado de capitais antes dos demais investidores.

Fama (1970, p. 383) salienta que mercado eficiente é aquele em que os preços dos títulos sempre refletem plenamente toda informação disponível, de modo que, segundo Jensen (1978 apud WATTS e ZIMMERMAN, 1986, p. 17), seja impossível obter lucros econômicos negociando com base nestas informações disponíveis.

Logo, em determinado instante, o preço da ação representaria um sinal exato da expectativa do mercado em relação ao valor da empresa, uma vez que as cotações das ações funcionam como indicadores das expectativas futuras dos investidores em relação à lucratividade e ao desempenho da entidade, tendo em vista que os agentes utilizam-se dessa informação para a formação de preços.

Fama (1970, p. 387) salienta que existem condições suficientes, porém não necessárias, para a obtenção do mercado eficiente, que são: informações disponibilizadas sem custos e de forma igualitária para todos os participantes; ausência de custos transacionais nas negociações dos títulos; e expectativas homogêneas dos investidores em relação às implicações das informações disponíveis sobre os preços atuais e sobre as distribuições futuras de cada título.

Contudo, para que a eficiência de mercado seja alcançada, é necessário que toda informação disponível se incorpore nos preços dos títulos de forma imediata e sem viés.

Nesse sentido, sempre que surgir uma nova informação, que altere as expectativas dos investidores, o novo preço de equilíbrio do título deve ser alcançado de forma rápida e adequada.

Portanto, pelo fato de as informações disponíveis serem contínuas e dinâmicas, a todo instante, novas expectativas são formadas, e, conseqüentemente, novos valores são atribuídos às ações. Dessa forma, a variação dos preços sinalizaria a sensibilidade do mercado à nova

informação, indicando que esta é relevante e útil na formação das expectativas e para a tomada de decisão.

Damodaran (1999, p184) ressalta que as definições de eficiência de mercado devem ser específicas e claras quanto ao mercado e aos investidores abrangidos, pois é improvável que o mercado seja eficiente para todos os investidores. Tal fato seria uma consequência direta dos percentuais de tributação e custos diferenciais de transações, que conferem vantagens a alguns investidores em detrimento de outros.

De acordo com Fama (1970, p. 383), o mercado é o ambiente onde as empresas poderiam tomar suas decisões de produção e investimento enquanto os investidores estariam livres para aplicar nas ações das empresas que melhor lhes interessassem.

Assim, o nível dos preços dos títulos resultaria de uma série de fatores macroeconômicos, incluindo inflação, taxas de juros, expectativas sobre a economia, fatores microeconômicos, como o desempenho da empresa, e a própria intenção dos diversos investidores para com os títulos.

Portanto, a eficiência de mercado faria com que os preços flutuassem até ao ponto em que o preço de equilíbrio fosse alcançado.

Destaque-se que para ser alcançado, o preço de equilíbrio deve ser resultado de um mercado competitivo (grande número de investidores que não conseguem influenciar de forma unitária no preço da ação), no qual a variação dos preços seja função da oferta e da demanda. Então, o mercado será dito eficiente em relação à informação quando não for possível obter lucros anormais utilizando-se da mesma para negociar.

Ross, Westerfield e Jaffle (2008, p. 62) destacam que a condição de mercado financeiro em concorrência perfeita é atingida quando não há custos de transação, ou seja, o acesso aos mercados financeiros é livre; há informação completa sobre as oportunidades de captação e realização de empréstimos; e existem muitos participantes no mercado, e nenhum deles é capaz de exercer impacto significativo sobre os preços de mercado.

Fama (1970, p.384) explica que a HME em que os preços das ações refletem plenamente as informações disponíveis é tão geral que não tem implicações testáveis empiricamente.

O supracitado autor retrata que para fazer o “modelo” testável, as formações do preço devem ser especificadas com mais detalhes e para tal deve-se esmiuçar o significado do termo “reflete plenamente”.

Assim, sob os estudos de equilíbrio dos preços baseados nos “dois parâmetros” (risco e retorno) de Sharpe (1964) e Lintner (1965), o mercado equilibrado pode ser definido com base nos retornos esperados, que pode ser descrita matematicamente pela seguinte equação:

$$E(\tilde{p}_{jt+1}|\Phi_t) = [1 + E(\tilde{r}_{jt+1}|\Phi_t)]p_{jt} \quad (2)$$

Onde:

$E$  = operador de valor esperado;

$p_{jt}$  e  $p_{jt+1}$  = os preços da ação da empresa  $j$  no tempo  $t$  e no tempo subsequente;

$r_{jt+1}$  = percentual de retorno de um período  $t+1$ ;

$\Phi_t$  = símbolo geral do conjunto de informações disponíveis que são refletidas totalmente no preço da ação da empresa  $j$  no tempo  $t$ ;

$\sim$  = indicador de que  $p_{jt+1}$  e  $r_{jt+1}$  são variáveis aleatórias no tempo  $t$ .

A equação (2) mostra que o valor esperado do preço da ação  $j$  em  $t+1$  dado o conjunto de informação disponível no tempo  $t$  é função do retorno esperado da ação da empresa  $j$  tendo em vista as informações disponíveis em  $t$ ,  $\Phi_t$ , e o preço da ação da empresa  $j$  no tempo  $t$ .

É importante salientar que, de forma geral, o estudo de mercado de capitais em contabilidade adota que os mercados precificam as ações com base nas informações disponíveis, entre as quais se destaca a informação contábil. Desta forma, considera-se que os mercados são eficientes na forma semiforte, cuja evidência, conforme Watts e Zimmerman (1986, p.19), é condizente com esta categoria da HME e é normalmente aceita pelos pesquisadores.

Da mesma forma, Hendriksen (1999, p. 119) ressalta que vários estudos de pesquisa têm apoiado a HME no nível semiforte, que é geralmente aceita nos mercados de títulos dos Estados Unidos e em outros países.

Tal evidência foi constatada por Forti et al (2009), que, diante de um estudo exploratório que consistiu em identificar se os trabalhos científicos realizados no mercado acionário brasileiro, aceitam ou rejeitam a HME. Nessa pesquisa foi constatado que, nos testes da forma semiforte, todos os trabalhos, ou seja, 100% dos trabalhos aceitam a HME; já nos testes da forma forte,

100% dos trabalhos rejeitaram a HME, e, nos testes realizados na forma fraca, foi constatado que metade aceita a HME e a outra metade não.

Fama (1970, p. 383) salienta que o mercado eficiente é classificado de acordo com os subconjuntos de informações disponíveis, classificação esta que retrata os três níveis de eficiência, que são: a fraca, a semiforte e a forte.

A forma de eficiência fraca retrata o fato de que nenhum participante do mercado conseguiria obter retornos extraordinários por meio da análise dos preços passados. As informações embutidas nos preços passados não são úteis ou relevantes à obtenção de retornos anormais. Portanto, o mercado incorpora plenamente as informações contidas nos preços passados dos títulos.

Os testes que visam a identificar essa forma de eficiência têm como objetivo mensurar quão bem os preços passados predizem os preços futuros. Assim, o mercado terá ineficiência na forma fraca se forem encontradas correlações dos preços com quaisquer variáveis, ou mesmo com comportamentos padrões, ao longo do tempo.

Posteriormente, ao complementar e aperfeiçoar seus estudos na área da hipótese do mercado eficiente, Fama (1991) modificou a nomenclatura de testes de eficiência fraca para teste de previsibilidade de retornos.

A forma semiforte está entre a forma fraca e a forte. Assim, para que a forma semiforte seja atendida é necessário que a forma de eficiência fraca seja observada. Os preços devem refletir não somente o histórico do comportamento dos preços, como também toda informação disponível, como demonstrações financeiras das empresas, notícias de empresa e comunicados de fatos relevantes.

Esta forma salienta que os preços dos títulos refletem toda informação publicamente disponível. Portanto, ela engloba informações a respeito de preços correntes e passados, mas exclui as informações privadas, que são incorporadas na forma forte.

A forma semiforte vislumbra o fato de que nenhum investidor obteria retornos anormais baseados em qualquer informação publicamente disponível, pois qualquer nova informação seria rapidamente incorporada aos preços dos títulos, evitando assim, que participantes obtenham retornos anormais com base nessas informações.

Para que o mercado seja eficiente na forma semiforte, as novas informações publicamente disponíveis devem refletir-se nos preços instantaneamente e sem vieses.

As evidências da forma semiforte são buscadas em testes que procuram averiguar quão rápido os preços dos títulos refletem o conjunto de informação disponível. Essas informações são aquelas disponíveis ao público em geral, como: a distribuição de dividendos, as demonstrações financeiras e as transações comerciais, por via dos principais meios de circulação, como: jornais, periódicos e *internet*.

Entretanto, quanto mais rápido for o ajuste dos preços em decorrência de determinado evento, mais eficiente é considerado o mercado, pois mais difícil será a obtenção de lucros anormais em consequência desta informação.

Salienta-se que, em 1991, Fama (1991) denominou os testes da forma semiforte em estudos de eventos.

De acordo com Brown e Warner (1985), o estudo de eventos é um mecanismo que testa a eficiência de mercado, já que a presença de retornos extraordinários, após um tipo de evento exclusivo, é incoerente com a hipótese de que os preços dos títulos refletirão, imediatamente, o conteúdo da nova informação. Sendo assim, um investidor não seria capaz de obter “excessos” tendo por base somente informações públicas disponíveis no mercado.

A forma forte diz que toda informação relevante disponível está refletida nos preços dos títulos. Ou seja, os preços refletem integralmente tanto a informação privada quanto a informação pública. Assim, para que a forma forte seja atendida é necessário que a forma fraca e a semiforte sejam previamente atendidas.

A forma forte considera o fato de nenhum participante conseguir obter retornos anormais utilizando-se de qualquer tipo de informação, até mesmo as privilegiadas, ou seja, aquelas de caráter privativo da empresa que não são de domínio comum.

Portanto, além das informações contidas nos preços passados e das informações publicamente disponíveis, a forma forte sustenta que as cotações refletem também as informações privilegiadas.

Os testes que evidenciam a eficiência forte buscam detectar se algum investidor possui informação privilegiada (*insider*) que não está refletida nos preços e se estes se beneficiam de tal informação a ponto de obter lucros anormais.

Segundo Hendriksen e Van Breda (1999, p.119), as evidências obtidas não têm mostrado que essa hipótese seja a correta, e, portanto, pode ser suposto que o mercado seja ineficiente em

relação à informação privada e que retornos extraordinários poderiam ser obtidos com base em tal informação.

Damodaran (1999, p.187), ao tratar da HME, ressalta que o mercado eficiente é um mecanismo autocorrigível, em que as ineficiências aparecem em intervalos constantes e desaparecem rapidamente à medida que os investidores as descobrem e transacionam em cima delas. De acordo com Damodaran (1999, p.184), a HME não exige que o preço de mercado seja igual ao valor real a todo o momento; ela requer que as variações dos preços das ações não sejam tendenciosas, ou seja, que os desvios acima ou abaixo do preço “real” sejam aleatórios e que, portanto, esses desvios não sejam correlacionáveis com qualquer outra variável observável. Portanto, nota-se que, basicamente, a HME explica o efeito das informações relevantes disponíveis sobre o preço dos títulos.

Cabe explicitar que mesmo havendo possibilidade de previsão do preço de determinado ativo por meio do efeito *lead-lag*, a impossibilidade de obtenção de ganhos anormais, seja pelo elevado custo de transação quanto pelo custo do uso efetivo da informação, faz com que não haja violação das premissas da HME (JENSEN, 1978; FAMA, 1991).

## **2.5 O Papel da Informação e da Evidenciação Contábil**

Percebe-se que a informação tem importante peso quando da precificação dos ativos. Então, dada a importância do conjunto informacional para a HME e, conseqüentemente, para a precificação de ativos, é que foi exposto o presente tópico.

De acordo com Watts e Zimmerman (1986, p.19), as evidências são consistentes com a eficiência de mercado na forma semiforte. Assim, os preços das ações devem refletir toda informação disponível.

Em regra geral, os estudos de mercado de capitais em contabilidade adotam que os mercados precificam as ações com base nas informações disponíveis, conseqüentemente, na informação contábil.

Portanto, é neste sentido que se destaca a contabilidade, que tem como finalidade precípua fornecer informações aos seus usuários.



Um dos principais objetivos das demonstrações financeiras é fornecer, segundo Iudícibus (2000), informações adequadas, justas e plenas para que, assim, o usuário seja capaz de tomar a decisão.

As informações fornecidas aos usuários devem espelhar todas as transações ocorridas nas empresas, não deixando dúvidas quanto às atividades exercidas e aos resultados obtidos. A transparência deve ser primordial na elaboração de quaisquer informes feitos para os usuários da informação.

As informações divulgadas nas demonstrações contábeis tradicionais, como: balanço patrimonial, demonstração do resultado do exercício, demonstração dos lucros e prejuízos acumulados e demonstração do fluxo de caixa podem não ser o suficiente para atender as necessidades do usuário. Então, faz-se necessária a divulgação de informações adicionais, que podem ser por meio de notas explicativas.

Ressalta-se que a evidenciação não deve ser feita apenas de informações (qualitativas ou quantitativas) positivas. Segundo Goulart (2003 apud LIMA et al, 2007), para que haja transparência, é importante que as empresas divulguem tanto as informações “positivas” quanto as “negativas”, pois a transparência permite que os usuários da informação possam realizar julgamentos adequados e tomar decisões não enviesadas.

Conforme o FASB (*apud* HENDRIKSEN e VAN BREDA (1999), a divulgação financeira deve fornecer informação útil à tomada de decisões racionais de investimento, concessão de crédito, etc. por investidores e credores atuais e futuros, bem como outros usuários.

Martins e Lopes (2005) afirmam que a evidenciação envolve a ação de demonstrar aos usuários externos à organização o processo de reconhecimento e mensuração realizado. Frequentemente, a empresa realiza a evidenciação de itens que não estão formalmente reconhecidos nas demonstrações. Em outras situações, a evidenciação é complementar ao reconhecimento e mensuração.

Conforme Iudícibus (2000), os níveis quantitativos e qualitativos da informação devem ser levados em consideração quando da divulgação de acordo com as necessidades dos usuários, pois da mesma forma que informações de menos podem prejudicar a tomada de decisão, o mesmo pode acontecer com informações em excesso.

Para Choi e Muller (1992), a evidenciação é a “comunicação das mensurações contábeis para os usuários da informação para facilitar a decisão”. Niyama et al. (1989) afirmam que a

evidenciação “está diretamente relacionada com o objetivo básico da contabilidade de prover os usuários com informações que os auxiliam na tomada de decisões, não se revestindo das características de um princípio ou convenção contábil”.

De acordo com King, Lembke e Smith (1997), “o conceito de evidenciação dita que relatórios contábeis externos devem incluir todas as informações adicionais necessárias para se certificar de que as demonstrações financeiras não sejam enganosas”.

Schroeder e Clark (2005) sugerem, ainda, que várias técnicas de evidenciação sejam avaliadas e a seleção do melhor método de divulgação dependa da natureza da informação e sua importância relativa.

Entretanto, conforme Iudícibus (2000), existem vários métodos disponíveis para a evidenciação das demonstrações contábeis. Os métodos mais importantes são: a forma e apresentação das demonstrações contábeis, informações entre parênteses, as notas de rodapé (explicativas), os quadros e demonstrativos suplementares, os comentários do auditor e os relatórios da diretoria.

A Forma e Apresentação das Demonstrações Contábeis, por sua vez, deverão conter a maior quantidade de evidenciação, pois é uma maneira de colocar as demonstrações numa ordem que melhora a visualização de uma correta interpretação.

Hendriksen e Van Breda (1999) afirmam que além dos dados quantitativos comumente apresentados, devem ser considerados como fator importante à apresentação de maiores detalhes a respeito dos vários segmentos da atividade da empresa, o que representa sua diversidade decorrente do desenvolvimento normal do negócio.

Para serem divulgadas, as informações devem seguir uma formatação definida de forma que possam ser interpretadas de forma correta para a tomada de decisão. A Lei 11.638/07 exige os seguintes demonstrativos como forma de divulgação: balanço patrimonial, demonstração do resultado do exercício, demonstração dos lucros e prejuízos acumulados, demonstração do fluxo de caixa e demonstração de valor adicionado, se companhia aberta.

A quantidade de informação a ser divulgada, conforme afirma Hendriksen e Van Breda (1999), depende, em parte, da sofisticação do leitor que a recebe.

Em relação ao nível de divulgação, o FASB se posiciona afirmando que a informação a ser divulgada em relatórios financeiros deve ser compreensível para os que possuem um conhecimento razoável de negócios e atividades econômicas e estão dispostos a estudar a

informação com razoável diligência.

Segundo Iudícibus (2000), é preciso traçar um perfil do investidor médio e verificar em cada circunstância de espaço e tempo, a qualidade e quantidade de informação que pode ser digerida. Ou seja, para que a divulgação da informação alcance seu objetivo, o de trazer informações relevantes aos usuários, é preciso considerar o grau de sofisticação de interpretação dos dados contábeis dos usuários, pois de nada adiantaria que informações financeiras trouxessem dados, índices, testes de hipóteses e estimativas muito sofisticadas se o usuário não estivesse apto para interpretar tais informações.

Além do mais, existe um paradigma muito forte entre a necessidade de maior evidenciação da informação para os investidores e os mercados de capitais, e a relutância das entidades em divulgar informações preciosas, sigilosas ou até mesmo relevantes quanto à administração e à gerência dos negócios da entidade.

Esta relutância na divulgação por parte de algumas empresas conduz a uma disparidade entre os níveis de divulgação das diferentes empresas, que pode acabar sendo corrigido por uma maior regulamentação do *disclosure*, conforme afirmam Nyiama, Zendersky e Dantas (2004).

Esta assimetria de informação seja entre investidores e administradores ou mesmo entre os diferentes tipos de investidores está inversamente relacionada com a hipótese do mercado eficiente, conforme já discutido no tópico anterior.

Martins e Lopes (2005, p.32) avaliam que a contabilidade, mais especificamente as demonstrações contábeis auditadas funcionam apenas como redutora da assimetria da informação, uma vez que os investidores não possuem o mesmo nível de informação dos gestores da empresa.

## **2.6 Arbitragem**

A arbitragem seria a realização da venda de um ativo, que foi adquirido em outro mercado, por um preço abaixo do que está sendo alienado, sem riscos inerentes à transação.

Andrezo e Lima (2002) destacam que, *in verbis*: “Os arbitradores buscam tirar proveito da diferença de preços de ativos em dois ou mais mercados, travando um lucro sem riscos por meio de transações simultâneas nesses mercados”.

Ross et al (2008, p. 62) descrevem arbitragem como a realização de uma transação num mercado e a efetivação de outro negócio com posição oposta em outro mercado, em termos mais favoráveis.

Quando os mercados são parcialmente segmentados, há a possibilidade de arbitragem. A arbitragem é um mecanismo de correção de erro de possíveis desvios que o mercado possa ter em relação ao seu valor fundamental.

Nesse sentido, Rabelo Junior e Ikeda (2004, p 102) ressaltam que a arbitragem refere-se à compra e à venda concomitante do mesmo ativo ou de um similar por preços diferentes de forma a obter vantagem na respectiva operação.

A arbitragem é importante para a eficiência de mercado. Suponha a existência de um ativo que esteja sobrevalorizado em relação ao seu valor fundamental. Diante dessa distorção, os arbitradores obteriam lucros ao alienarem o ativo e, concomitantemente, comprarem outro ativo similar, ou o mesmo ativo em outro mercado. Os resultados obtidos pelos arbitradores atrairiam outros investidores que convergiriam o preço da ação ao preço de equilíbrio.

Para Bruni e Famá (1998), a arbitragem converge os valores dos ativos para o preço de equilíbrio, pois, ao vender um produto por um preço maior que o de compra, é exercida pressão sobre a oferta e a demanda. Além do mais, as oportunidades de arbitragem só são possíveis por meio de um monitoramento contínuo de diferentes ativos, em diferentes mercados.

Os supracitados autores destacam que os arbitradores além de conferirem maior liquidez às negociações nos mercados de capitais, também são extremamente importantes pela amplitude que a HME alcançou.

Já Sharpe e Brito (1975) salientam que a possibilidade de arbitragem em mercados eficientes é inexistente, pois títulos com idênticas características devem ser cotados com o mesmo preço de equilíbrio.

Muitos trabalhos foram realizados com o fim de verificar a possibilidade de arbitragem. Lima (2005) analisou a possibilidade de arbitragem com base na diferença de preços de ações e ADRs de empresas brasileiras emitidas no mercado norte-americano. Lima (2005) constatou que o mercado brasileiro e o norte-americano não são totalmente integrados, mas segmentados, e que choques nos mercados ou na taxa de câmbio produzem diferenças entre os retornos dos ADRs e das respectivas ações, atestando que os custos de negociação não eliminam a possibilidade da arbitragem.

## 2.7 Estudos Empíricos

Neste capítulo foi elaborada uma revisão da literatura com base em artigos que são considerados relevantes no que concerne aos assuntos relativos ao preço internacional do petróleo e o efeito *lead-lag*.

Trata-se, portanto, de pesquisas científicas que servirão de apoio para aprofundamento da dissertação ora em discussão.

### 2.7.1 Trabalhos Anteriores sobre o Preço Internacional do Petróleo

Nascimento (2009) investigou o impacto de informações sobre a rentabilidade, as reservas petrolíferas estimadas e as cotações diárias do petróleo no preço das ações de empresas de petróleo negociadas nas bolsas de valores de Nova Iorque e São Paulo, do período de 2000 a 2008. Nascimento (2009) concluiu que os investidores reagiram às informações sobre desempenho operacional medido pelo CFROI e às informações relativas à quantidade de reservas petrolíferas provadas, mas não foram encontradas evidências significativas da existência de influência na tomada de decisão do investidor quanto às informações diárias do preço do petróleo. No entanto, o referido autor revela que apenas quatro empresas de um total de vinte e duas é que se verificou uma relação significativa entre o preço do petróleo e o preço das ações das empresas.

Tendo em vista que os países do Golfo são os principais agentes do mercado mundial de energia, acredita-se que os mercados acionários destes países possam ser sensíveis a choques do preço do petróleo. Neste sentido é que Aurori e Rault (2009) investigaram a existência de relação de longo prazo entre o preço do petróleo e o mercado acionário dos países do Golfo.

Os referidos pesquisadores mostraram que existe evidência de cointegração entre os preços do petróleo e o mercado de ações dos países do Golfo, indicando que aumentos no preço do petróleo têm impacto positivo sobre os preços das ações, exceto para o mercado da Arábia Saudita.

Ao pesquisar a relação de longo prazo do mercado acionário dos países do Golfo na presença da taxa de juros do tesouro norte-americano, do mercado de petróleo e do índice S&P500, Hammoudeh e Choi (2006) descobriram que a taxa do tesouro tem efeito direto nesses

mercados, enquanto que o índice S&P500 e o *Western Texas Intermediate* – WTI ou o preço do petróleo tipo *Brent* têm efeitos indiretos.

Jones e Kaul (1996) testaram se a reação no mercado acionário internacional para choques no petróleo podem ser justificada pelas mudanças correntes e futuras do fluxo de caixa e/ou mudanças nos retornos esperados. Os referidos autores destacam que, para os Estados Unidos e Canadá, os efeitos nos preços acionários são inteiramente explicados pelos efeitos do choque do petróleo no fluxo de caixa. No entanto, para o Japão e Reino Unido os resultados foram inconclusivos.

Por meio da abordagem do vetor autorregressivo multivariado -VAR, Papapetrou (2001) procurou esclarecer a relação dinâmica entre os preços do petróleo, os preços das ações reais, as taxas de juros, a atividade econômica real e o nível de emprego da Grécia. Os estudos demonstraram que mudanças nos preços do petróleo afetaram a atividade econômica real e o nível de emprego e são importantes para explicar os movimentos dos retornos dos preços das ações.

Aurori e Fouquau (2009) examinaram a relação de curto prazo entre o preço do petróleo e o mercado acionário dos países do Golfo – GCC. Os resultados mostraram que há relações significativas entre as duas variáveis no Catar, Omã e Emirados Árabes Unidos. Assim, os mercados desses países reagem positivamente ao aumento do preço do petróleo. Já, para Bahrain, Kuwait e Arábia Saudita, verificou-se que alterações do preço do petróleo não afetavam os retornos do mercado de ações.

Aurori e Jawadi (2010) estudaram a relação de curto e longo prazo entre o preço do petróleo e o mercado acionário europeu. Os autores mostraram que a resposta dos retornos das ações varia muito, dependendo do setor de atividade da empresa. Em relação à análise de curto prazo, os resultados mostraram forte relação entre mudanças no preço do petróleo e a maioria dos setores do mercado acionário europeu. No entanto, os pesquisadores afirmam que mudanças no preço do petróleo têm efeito negativo no curto e longo prazo, no preço das ações das empresas de alimentos e bebidas.

Boyer e Fillion (2007) revelam que aumentos no preço do petróleo afetam positivamente os retornos das ações de empresas de gás e petróleo do Canadá. Além do mais, os autores concluíram que os retornos das ações de empresas de energia do Canadá estão positivamente associados com o retorno do mercado acionário canadense, com o crescimento do fluxo de caixa

interno e das reservas provadas. Neste estudo, Boyer e Fillion (2007) destacam que, surpreendentemente, o volume de produção e o enfraquecimento do dólar canadense em relação ao dólar americano têm impacto negativo nos retornos das ações das respectivas companhias.

Hammoudeh e Aleisa (2004), pela abordagem do modelo de vetores autorregressivos – VAR - e de testes de cointegração, indicaram que existe relação bidirecional entre os retornos das ações sauditas e as mudanças no preço do petróleo e que os outros mercados dos países do Golfo – GCC - não estão relacionados diretamente com os preços do petróleo; são menos dependentes das exportações de petróleo e são mais influenciados por fatores internos.

Gogineni (2009) investigou o impacto diário das mudanças do petróleo, no retorno das ações das indústrias, individualmente. Os resultados demonstraram que não apenas as indústrias que dependem pesadamente do petróleo são influenciados pela mudança do preço do petróleo, mas também indústrias que utilizam pouco petróleo se demonstraram sensíveis a mudanças no preço do petróleo. Isso se deve, segundo o autor, ao fato de os principais clientes destas indústrias sofrerem impactos com as mudanças no preço do petróleo. Destaca-se que o autor utilizou estimativas de custo e de demanda por petróleo como *benchmarks* para classificação das indústrias como indústrias intensivas em petróleo e grupos não intensivos ao petróleo.

Kilian e Park (2007) mostraram que os efeitos de choques de oferta e demanda no mercado do petróleo bruto sobre os agregados macroeconômicos norte-americanos são qualitativa e quantitativamente diferentes, dependendo de o aumento do preço do petróleo ser impulsionado por uma economia mundial em expansão (resultando em alta demanda para todas as *commodities* industriais, incluindo petróleo), por uma ruptura da produção mundial de petróleo bruto, ou por mudanças na demanda de precaução para o petróleo bruto que refletem a crescente preocupação com deficiências de abastecimento de petróleo no futuro.

Maghyereh e Al-kandari (2007) buscaram examinar relações entre o preço do petróleo e o mercado de ações dos países do Golfo – GCC, pois estudos anteriores demonstravam que não havia relação entre ambos.

De acordo com os autores, a inexistência de relação entre ambas as variáveis deve-se ao fato de terem sido empregadas apenas relações lineares. Então, utilizando-se da análise de cointegração não linear, os autores concluíram que há relação entre as variáveis e que esta relação é não linear.

Al-Fayoumi (2009) pesquisou a relação entre o preço do petróleo e o retorno dos mercados acionários em três países importadores de petróleo: Tunísia, Turquia e Jordânia. Para tal fim, os autores utilizaram dados mensais da taxa de juros, preço do petróleo, produção industrial e índice do mercado acionário, durante o período de dezembro de 1997 a março de 2008. Os pesquisadores descobriram que o preço do petróleo não conduz os retornos dos índices dos mercados acionários desses três países. Todavia, os resultados demonstraram que os efeitos das variáveis macroeconômicas locais, nas mudanças nos mercados acionários, são mais importantes do que o preço do petróleo.

Chen (2010) pesquisou se a alta do preço do petróleo implica na queda do mercado acionário. Para tal, utilizou-se de retornos mensais, do período de janeiro de 1957 a maio de 2009, do índice S&P500 e de diversas medidas do preço do petróleo. De acordo com o autor, evidências robustas mostraram que quanto maior o preço do petróleo, maior é a probabilidade de mudança de um mercado de alta para um mercado de baixa. No entanto, há evidência, apesar de fraca, de que a alta do preço do petróleo pode levar o mercado a permanecer em baixa por mais tempo.

Utilizando-se de vetores autorregressivos, Sadorsky (1999) mostrou que o preço do petróleo e a sua volatilidade desempenham papel importante na atividade econômica de um país; porém, mudanças na atividade econômica pouco afetam o nível do preço do petróleo. Segundo o autor, os resultados sugerem que choques positivos no preço do petróleo desvalorizam os retornos reais das ações enquanto que choques nos retornos reais das ações têm um impacto positivo na taxa de juros e na produção industrial.

### **2.7.2 Trabalhos Anteriores sobre o Efeito *Lead-Lag***

Oliveira e De Medeiros (2009) pesquisaram a existência do efeito *lead-lag* entre o mercado acionário norte-americano, representado pelo índice Dow Jones, e o mercado brasileiro, representado pelo índice Bovespa – Ibovespa. De Medeiros e Oliveira (2009) constataram que o índice Ibovespa é explicado em grande parte pelo índice Dow Jones e que há existência de cointegração e de causalidade bidirecional entre os dois índices. Entrementes, devido ao elevado custo de transação, a realização de arbitragem não se mostrou economicamente viável.



Bekiros e Diks (2008) investigaram as relações de causalidade linear e não linear entre os preços diários à vista e futuro, com vencimentos de um, dois, três e quatro meses do petróleo *WTI* em dois períodos distintos. De acordo com Bekiros e Diks (2008), muitos estudos têm tratado da relação *lead-lag* entre o preço à vista e o futuro de *commodities* com o intuito de investigar a questão do mercado eficiente. Nesse sentido, esses estudos contribuíram para a literatura da relação *lead-lag* entre os mercados à vista e futuro.

Os autores concluíram que há uma forte relação bidirecional de causalidade entre o preço à vista e o futuro nos dois períodos. Além disso, os resultados indicaram que se os efeitos não lineares forem contabilizados, nenhum mercado conduz ou é conduzido pelo outro de forma consistente, ou seja, o condutor e o conduzido podem mudar ao longo do tempo. Tendo em vista que a causalidade pode variar de uma direção para a outra, em qualquer ponto do tempo, a constatação de causalidade bi-direcional durante o período de amostragem pode ser tomada para implicar mudança de padrão de liderança e liderados ao longo do tempo.

Huang et al (1996) pesquisaram a correlação contemporânea e de *lead-lag* entre os retornos diários do contrato futuro do petróleo e o retorno das ações de empresas petrolíferas e índices de mercados acionários. Os pesquisadores concluíram que os retornos do petróleo futuro não estão correlacionados com os retornos dos mercados acionários, mesmo simultaneamente, exceto no caso das empresas de petróleo. No caso dos retornos das ações de empresas petrolíferas, os pesquisadores salientam que os retornos do petróleo futuro lideram os retornos das ações de companhias petrolíferas em um dia.

Kanas e Koureta (2005) verificaram que a transmissão de informações defasadas pode implicar em cointegração entre o preço atual de carteiras de pequenas empresas e o preço defasado de carteiras de empresas de grande porte. Os autores testaram a cointegração, utilizando-se de três conjuntos de preços mensais de carteira de ações, para o período 1955 a 2000, no mercado acionário do Reino Unido. Os dois primeiros conjuntos contêm os preços mensais de carteira de tamanhos variados, de tamanhos de capitalização distintos e o terceiro contém carteiras de mesmo tamanho. Os autores encontraram evidências de cointegração para ambos os conjuntos de carteiras de diferentes tamanhos de capitalização e nenhuma evidência de cointegração para as carteiras de mesmo tamanho. Os preços de carteiras de grandes empresas parecem ser variáveis que, no longo prazo, explicam o preço das carteiras de pequenas empresas, sugerindo que o tamanho da capitalização é uma força motriz do efeito *lead-lag* no longo

prazo. Assim, o efeito *lead-lag* é uma condição necessária para a cointegração entre os preços defasados das carteiras de grandes empresas e o preço contemporâneo das carteiras de pequenas empresas.

Qiao et al (2008) ressaltaram como são os mercados segmentados da China e como é a relação de *lead-lag* entre estes mercados. Primeiramente, é explicado que as ações H são listadas na bolsa de Valores de Hong-Kong (HKSE), as ações A e B são listadas tanto na bolsa de valores de Xangai (SHSE) quanto na bolsa de valores de Shenzhen (SZSE), na China. Tendo em vista as diferentes necessidades dos investidores, as companhias chinesas podem emitir ações A para cidadãos que vivem na China e ações H e B para investidores estrangeiros e residentes de Hong Kong, Macau ou Taiwan. Utilizando-se da metodologia de causalidade de Granger linear e não linear é que os autores estudaram a relação de *lead-lag* entre os mercados segmentados da China. Os autores encontraram fortes evidências de correlações não lineares bidirecionais entre os dois mercados que negociam ações A e entre os mercados que negociam ações B. Outros resultados demonstraram que desde que foi implementada a política que permitiu os cidadãos nacionais investir nas ações B, os mercados de ações A tendem a conduzir suas contrapartes na ação B na mesma bolsa de valores e o mercado de ações B continuam a liderar o mercado de ação H.

Tse (1995) analisou a relação de *lead-lag* entre o índice Nikkei à vista e futuro e verificou que mudanças defasadas no preço futuro afetam, no curto prazo, ajustes no preço à vista; porém, a recíproca não é verdadeira.

Frino e West (1999) analisaram a existência da relação *lead-lag* entre os retornos dos índices futuros e à vista para o mercado australiano. Os autores verificaram que os retornos futuros lideram os índices à vista, e há evidências de *feedback* do mercado de ações para o futuro. Entrementes, análises realizadas em uma base sugerem que a extensão liderada pelo mercado futuro O e pelo mercado à vista tem diminuído ao longo do tempo e a relação entre os dois mercados tem-se reforçado. De acordo com o autor, este fato deve-se ao aumento do nível de integração entre os dois países.

Brooks et al (2001) analisaram a relação *lead-lag* entre os contratos futuros e o índice à vista do FTSE 100, índice da bolsa de valores de Londres. Para tal fim, foram utilizados modelos de séries temporais com frequência de 10 minutos, do período de junho de 1996 a 1997. Os autores concluíram que o preço dos contratos futuros pode prever mudanças no preço do índice à vista, ou seja, os retornos do índice futuro conduzem os retornos do índice à vista. Salienta-se

que os custos de negociação superam os retornos anormais, não vislumbrando a realização de arbitragem.

Chan (1992) realizou uma análise da relação *lead-lag* com dados intradiários, no período de agosto de 1984 até junho de 1985, e, de janeiro até setembro de 1987, entre o mercado à vista e o índice futuro do mercado de ações de Nova Iorque. De acordo com o autor, os resultados encontrados estão similares com as demais pesquisas realizadas anteriormente, pois há forte evidência de que o mercado futuro lidera o mercado à vista e fraca evidência de que o mercado à vista lidera o futuro.

### **3. METODOLOGIA**

Nesta seção será descrita a metodologia aplicada, ou seja, os métodos adotados e os passos realizados para a obtenção dos resultados almejados.

Para responder às questões e aos objetivos delineados na pesquisa, utilizou-se a pesquisa quantitativa, uma vez que se empregaram modelos econométricos quando do tratamento dos dados.

Assim, o processo da presente pesquisa seguiu os seguintes passos:

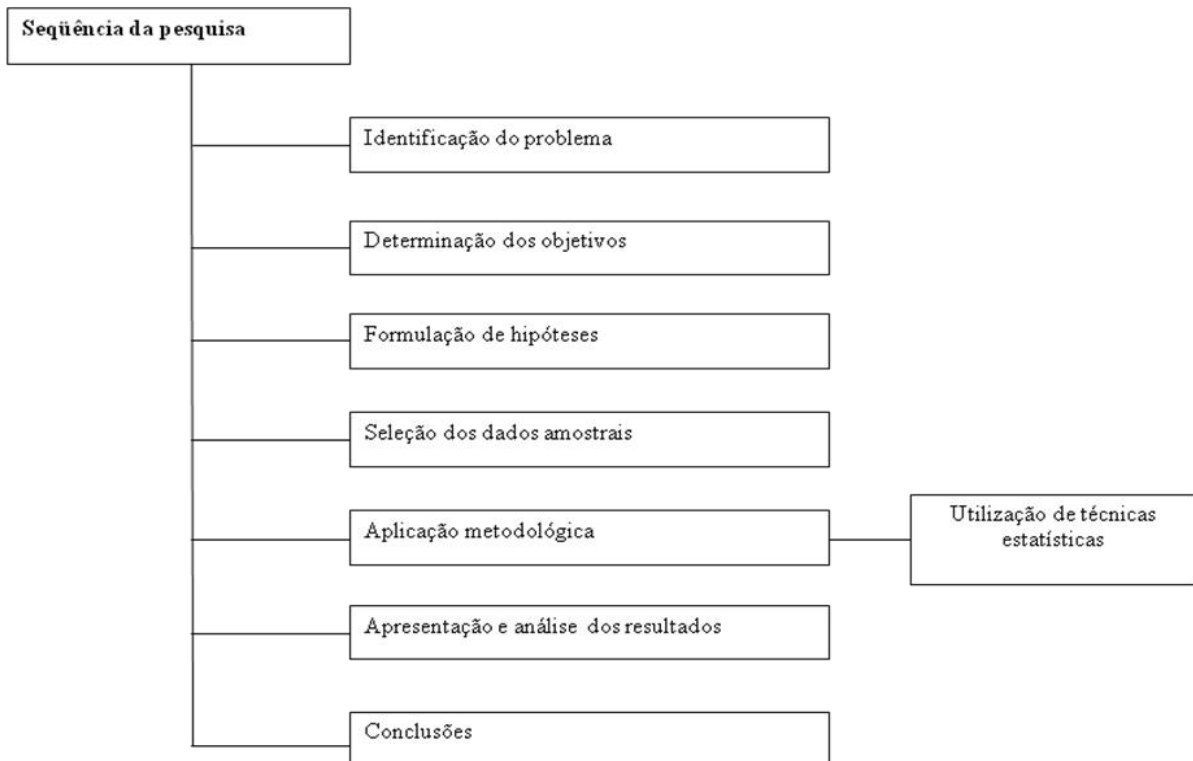


Figura 1: Metodologia de pesquisa  
 Fonte: Adaptado de Walliman (2008, p.239)

Com o intuito de averiguar as relações das respectivas variáveis, adotaram-se os seguintes modelos econométricos: mínimos quadrados em dois estágios, máxima verossimilhança, estimador consistente com a heteroscedasticidade de White, análise de cointegração, modelo VEC, Causalidade de Engle-Granger e modelo GARCH.

Milton Friedman apud GUJARATI (2006, p.6) salienta que uma teoria ou hipótese que não for verificável por meio de evidências empíricas pode não ser admissível como parte de uma pesquisa científica.

Portanto, é neste contexto que será apresentado o presente tópico.

### 3.1 Amostras e Dados

Para obter os valores numéricos dos estimadores, mais tecnicamente para estimar o modelo econométrico, faz-se necessário a obtenção dos dados e a seleção da amostra.

Nesta pesquisa, serão utilizados dados não experimentais como o preço internacional do barril do petróleo – WTI, o preço da ação preferencial da Petrobrás – PETR4, negociado na Bolsa de Valores de São Paulo, e os índices Ibovespa e Dow Jones.

Ressalta-se que, apesar de serem negociadas ações ordinárias e preferenciais da Petrobrás na Bovespa, escolheram-se as ações preferenciais pelo fato de estas serem as mais negociadas.

Com o intuito de responder à primeira hipótese da pesquisa, foram utilizados preços mensais na cotação de fechamento das variáveis supracitadas. Destaca-se que o preço internacional do petróleo obtido originalmente em dólar foi convertido em moeda nacional pela taxa de câmbio comercial do valor de venda (R\$ / US\$).

O período da amostra para a primeira hipótese compreendeu o período de janeiro de 1995 a fevereiro de 2010.

Assim, obtiveram-se 182 observações das respectivas variáveis para análise da primeira hipótese.

Para a segunda hipótese do estudo foram utilizadas as mesmas variáveis, porém com dados intradiários, com frequência de dez minutos, com cotação de fechamento, no período de 01 de abril de 2008 a 03 de fevereiro de 2010.

A frequência de dez minutos deve-se ao fato de as negociações com o petróleo serem mais espaçadas que as negociações realizadas com as ações preferenciais da Petrobrás, ou seja, pelo fato de o mercado de petróleo não ter tanta liquidez quanto as negociações realizadas com as ações preferenciais da Petrobrás.

Desta forma, escolheu-se a menor frequência possível (dez minutos) capaz de capturar dados com mesmo intervalo de tempo para as duas cotações, durante todo o período vislumbrado.

Ainda na segunda hipótese, a fim de eliminar o efeito das elevadas variações dos retornos dos preços dos ativos entre o fechamento do mercado e a abertura do dia seguinte, utilizou-se uma variável *dummy* que anulou os valores extremos. Esta *dummy* foi intitulada de *Dummy* dos Extremos - DE.

A amostragem refere-se aos anos de 2008, 2009 e 2010, devido à grande quantidade de dados obtidos e à dificuldade de obtenção de dados anteriores a 2008.

No período de amostragem, foi obtida uma quantidade total de dados menor da variável Petrobrás que a quantidade obtida do petróleo, uma vez que o horário de funcionamento da Bovespa é menor que o horário de funcionamento do mercado de petróleo.

O horário de funcionamento da Bovespa é de segunda-feira a sexta-feira das 10h às 17h ou das 11h às 18h quando do horário de verão. Já para o petróleo - *CL light sweet crude oil* (*WTI*), o horário de funcionamento na Nymex, atual CMEgroup é de domingo a sexta-feira das 18h em  $t$  às 17h15 min em  $t+1$ , com apenas 45 minutos de intervalo.

No entanto, como foram considerados apenas os dados em que os dois mercados estavam em funcionamento conjuntamente, aproveitaram-se apenas 15.932 dados.

Salienta-se que, para o teste da segunda hipótese, é necessário que o preço internacional do petróleo esteja sincronizado com o preço das ações preferenciais da Petrobrás, ou seja, que ambos estejam em mesmo horário.

Assim, para tal contemporaneidade, foi necessário realizar um ajuste nos dados, uma vez que estes são disponibilizados em horário local e ambas as cotações são negociadas em locais distintos: petróleo, em Nova Iorque, e ação preferencial da Petrobrás, em São Paulo.

Destaca-se que para a efetivação de tal ajuste consideraram-se os horários de verão de cada cidade, conforme tabela abaixo:

Tabela 1: Horário de verão do período analisado

Cidade	Período	
	De	A
São Paulo	05/11/2006	24/02/2007
	19/10/2008	14/02/2009
	18/10/2009	20/02/2010
Nova Iorque	09/03/2008	02/11/2008
	08/03/2009	01/11/2009
	14/03/2010	07/11/2010

Ressalta-se que para a operacionalização das hipóteses de pesquisa, os dados foram obtidos no sistema CMA.

Para estimar as regressões apresentadas, a seguir, foi utilizado o *software* estatístico Eviews, o qual permitiu a estimação dos modelos e a realização de todos os testes estatísticos para a validação da metodologia empregada neste trabalho científico.

### 3.2 Modelos Econométricos

Para a obtenção do modelo econométrico, utilizou-se o princípio da parcimônia, o qual optou por formular um modelo de regressão o mais simples possível, tendo em vista que a simplicidade é um critério desejável de uma hipótese.

### 3.2.1 Modelando a Relação entre o Preço Internacional do Petróleo e o Preço das Ações Preferenciais da Petrobrás

Assim, com intuito de verificar os efeitos do preço internacional do petróleo sobre as ações preferenciais da Petrobrás, adotou-se a seguinte regressão:

$$P_{pet,t} = \alpha + \beta P_{oil,t} + \gamma P_{ibov,t} + u_t \quad (10)$$

Onde:

$P_{pet,t}$  = Preço das ações preferenciais da Petrobrás - PETR4;

$P_{oil,t}$  = Preço internacional do barril do petróleo - CL;

$P_{ibov,t}$  = Índice de preços das ações listadas na bolsa de valores de São Paulo - Ibovespa;

$\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  = Parâmetros a serem estimados;

$u_t$  = Termo de erro,  $u \sim N(0, \sigma^2)$ .

Tendo em vista que os preços dos ativos são, a princípio, variáveis não estacionárias, optou-se por calcular os retornos das variáveis. Neste sentido, Brooks (2008, p.7) destaca que, por razões estatísticas, é preferível converter a série de preços em retornos.

Contudo, há dois métodos para calcular os retornos: o cálculo com regime de capitalização discreta e o cálculo na forma logarítmica, com retornos de capitalização contínua. (BROOKS, 2008).

Como a todo instante acontecem informações de mercado e as ações reagem a elas de forma contínua, optou-se pelo método de retornos de capitalização contínua, conforme demonstrado abaixo:

$$R_{i,t} = \ln \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right) = \ln P_t - \ln P_{t-1} \quad (11)$$

Desta forma, a equação (10) transforma-se em:

$$R_{pet,t} = \alpha + \beta R_{oil,t} + \gamma R_{ibov,t} + u_t \quad (12)$$

Onde:

$R_{pet,t}$  = Retorno das ações preferenciais da Petrobrás no tempo t;

$R_{oil,t}$  = Retorno do preço internacional do barril do petróleo no tempo t;

$R_{ibov,t}$  = Retorno do índice preços das ações listadas na bolsa de Valores de São Paulo no período t, retorno do Ibovespa no tempo t;

$\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  = Parâmetros a serem estimados;

$u_t$  = Termo de erro,  $u \sim N(0, \sigma^2)$ .

Tendo em vista a possibilidade de existirem outros fatores, que não o preço internacional do petróleo, que afetem o preço da ação preferencial da Petrobrás e possam estar ocultos na respectiva relação, é que foi alocado o Ibovespa como variável de controle, que absorve os demais fatores capazes de influenciar no preço das ações preferenciais da Petrobrás.

Contudo, as ações preferenciais da Petrobrás possuem maior representatividade no Ibovespa entre as demais empresas listadas no índice, com participação de 12,556% para o quadrimestre de janeiro a abril do ano de 2010 (BOVESPA, 2010).

Portanto, o Ibovespa é influenciado pelas ações preferenciais da Petrobrás e, conseqüentemente, a premissa de que não há relação entre a variável independente e o termo de erro está sendo violada, acarretando o problema da simultaneidade.

Neste contexto, não se podem estimar os parâmetros pelos mínimos quadrados ordinários, pois os estimadores seriam tendenciosos (viés de simultaneidade) e inconsistentes (BROOKS, 2008).

Como as ações da Petrobrás compõem o Ibovespa, e o retorno deste índice é a variável de controle no modelo econométrico da equação (13) em que o retorno das ações da Petrobrás é a



variável endógena, faz-se importante demonstrar a relação do retorno do Ibovespa com as demais variáveis, conforme o modelo de equações simultâneas abaixo:

$$R_{pst,t} = \alpha + \beta R_{oil,t} + \gamma R_{ibov,t} + u_t \quad (13)$$

$$R_{ibov,t} = \delta + \lambda R_{dj,t} + \nu R_{pst,t} + \varepsilon_t \quad (14)$$

Onde:

$R_{pst,t}$  = Retorno das ações preferenciais da Petrobrás no tempo t;

$R_{oil,t}$  = Retorno do preço internacional do barril do petróleo no tempo t;

$R_{ibov,t}$  = Retorno do índice preços das ações listadas na bolsa de Valores de São Paulo no período t, retorno do Ibovespa no tempo t;

$\alpha, \beta, \gamma$  = Parâmetros a serem estimados na equação (13);

$u_t$  = Termo de erro.  $u \sim N(0, \sigma^2)$ ;

$R_{dj,t}$  = Retorno do índice preços das ações listadas na bolsa de valores de Nova Iorque,

Dow Jones;

$\delta, \lambda, \nu$  = Parâmetros a serem estimados na equação (14);

$\varepsilon_t$  = Termo de erro.  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$ .

A inclusão do retorno do índice Dow Jones na equação (14) deve-se ao fato de que o Ibovespa é, em parte, influenciado pelo índice Dow Jones. (DE MEDEIROS; OLIVEIRA; VAN DOORNIK, 2009).

Deve-se estimar a equação (13) por um método que leve em conta a presença de variáveis explanatórias endógenas, tais como o método de mínimos quadrados em dois estágios, *two-stage least squares* – *TSLS*, tendo como variáveis instrumentais o retorno do índice Dow Jones e do petróleo no tempo t.

### 3.2.1.1 Método da Máxima Verossimilhança

Brooks (2008, p.279) ressalta que entre as técnicas disponíveis para estimar um sistema de equações há o *full information maximum likelihood* - FIML, que consiste em estimar simultaneamente todas as equações do sistema usando o método da máxima verossimilhança. Então, sob a FIML, todos os parâmetros das equações são tratados conjuntamente e a função de verossimilhança apropriada é formada e maximizada, de tal forma que a probabilidade de observar a variável dependente seja a maior possível. Assim, foi adotada essa metodologia para estimar os parâmetros do sistema de equações compostas pelas equações (13) e (14).

Dessa forma, como o método de mínimos quadrados ordinários, o método da máxima verossimilhança permite estimar os parâmetros de modelos econométricos e a realização de testes de hipóteses relativos a restrições lineares e não lineares ao vetor de parâmetros.

O método da máxima verossimilhança também é conhecido como método de grandes amostras. Este método tem aplicação ampla, pois pode ser usado em modelos de regressão não lineares nos parâmetros.

Optou-se pelo método da máxima verossimilhança, pois este é um método de estimação pontual, que contém propriedades teóricas mais fortes que os de mínimos quadrados ordinários. (GUJARATI, 2006).

A importância do método em questão consiste nas propriedades assintóticas dos estimadores, que são consistentes e assintoticamente eficientes.

Faz-se importante lembrar que se a distribuição do erro for normal, os estimadores obtidos pelo método da máxima verossimilhança serão idênticos àqueles obtidos pelos mínimos quadrados ordinários, e que para grandes amostras o estimador da variância converge para o obtido pelo MQO.

### 3.2.1.2 Método Consistente com a Heteroscedasticidade de White

Gujarati (2006, p.336) salienta que com a utilização do método de White, ou seja, os estimadores consistentes da matriz de covariância com heteroscedasticidade “podem ser tiradas inferências estatísticas assintoticamente válidas (isto é, para grandes amostras) sobre os verdadeiros parâmetros”.

Os erros-padrão ajustados à heteroscedasticidade pelo estimador de White podem ser maiores ou menores que os erros-padrão não ajustados e, conseqüentemente, os valores  $t$  estimados podem ser menores ou maior que os obtidos por método que não considera tal ajuste.

No entanto, segundo Wallace e Silver (1988, p.265 apud GUJARATI, 2006, p.337), é interessante mostrar os dados obtidos pelo procedimento de White para que seus resultados sejam comparados com outros métodos, a fim de verificar se a heteroscedasticidade seria um problema em um conjunto de dados.

Desta forma, optou-se por apresentar os dados obtidos pela metodologia de White, para que os dados possam ser comparados com os demais procedimentos envolvidos e verificar, portanto, se os resultados são compatíveis.

Para averiguar se, diante da heteroscedasticidade, o preço internacional do petróleo é relevante na formação de preço das ações preferenciais da Petrobrás, será aplicada a referida metodologia na equação (15) com as seguintes variáveis instrumentais: retorno do índice Dow Jones e do preço do petróleo.

$$R_{pst,t} = \alpha + \beta R_{oil,t} + \gamma R_{ibov,t} + u_t \quad (15)$$

Onde:

$R_{pst,t}$  = Retorno das ações preferenciais da Petrobrás no tempo  $t$ ;

$R_{oil,t}$  = Retorno do preço internacional do barril do petróleo no tempo  $t$ ;

$R_{ibov,t}$  = Retorno do índice preços das ações listadas na bolsa de Valores de São Paulo no período  $t$ , retorno do Ibovespa no tempo  $t$ ;

$\alpha, \beta, \gamma$  = Parâmetros a serem estimados;

$u_t$  = Termo de erro.  $u \sim N(0, \sigma^2)$ .

### 3.2.1.3 Modelo GARCH

As séries temporais financeiras, como preços de ações e preços de *commodities* podem sofrer grandes oscilações ao longo de determinado período e exibir relativa tranquilidade em períodos seguintes. No caso do mercado acionário, diversas notícias e eventos econômicos

externos, como o choque do preço do petróleo, podem causar verdadeiros impactos em determinados períodos sobre o padrão da série temporal de preços dos ativos.

As séries dos preços são tidas como passeios aleatórios, ou seja, são não estacionárias, mas na forma de primeira diferença elas são estacionárias. Porém, mesmo utilizando as séries em primeira diferença, elas rotineiramente exibem ampla volatilidade, demonstrando que a variância das séries temporais financeiras varia ao longo do tempo.

Nesse sentido, Brook (2008, p.380) ressalta que os modelos lineares podem não ser os mais adequados para capturar características comuns importantes dos dados financeiros temporais.

Para que essas características sejam apreciadas, foi desenvolvido o modelo não linear denominado *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*, proposto por Engle (1982).

A variância desigual, ao longo do tempo, pode ter uma estrutura autorregressiva no sentido de que a heteroscedasticidade pode ser autocorrelacionada com períodos defasados.

O modelo ARCH considera que a variância do erro tem distribuição normal e depende dos termos de erros quadráticos defasados.

Uma evolução e variação do modelo original, proposta por Bollerslev (1986), que se tornou popular, foi o modelo *Generalised Autoregressive Conditional Heteroscedasticity – GARCH*.

O modelo GARCH pressupõe que a variância condicional contemporânea do erro depende do termo de erro quadrático em períodos de tempos anteriores como também de sua variância condicional em períodos de tempos precedentes.

Assim, o modelo GARCH pode ser expresso da seguinte forma:

$$R_{pet,t} = \alpha + \beta R_{oil,t} + \gamma R_{ibov,t} + u_t \quad (16)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha + \sum_{i=1}^p \beta_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^n \gamma_j \sigma_{t-j}^2 + u_t \quad (17)$$

Onde:

$R_{pet}$  = Retorno das ações preferenciais da Petrobrás;

$R_{oil}$  = Retorno do preço internacional do barril do petróleo;

$R_{ibov}$  = Retorno do índice preços das ações listadas na bolsa de Valores de São Paulo, Ibovespa;

$\alpha, \beta, \gamma$  = Parâmetros a serem estimados na equação (16);

$\sigma_t^2$  = variância condicional do erro;

$u_t$  = Termo de erro.  $u \sim N(0, \sigma_t^2)$

$\alpha, \beta_i, \gamma_j$  = Parâmetros a serem estimados na equação (17).

Após ter modelado a relação econômica e contemporânea entre o retorno internacional do petróleo e o retorno da ação da Petrobrás com vistas a responder a primeira hipótese, será exposta a metodologia empregada para a segunda hipótese da pesquisa – existência de efeito *lead-lag*.

### 3.2.2 Modelando o efeito *Lead-lag* entre o Preço Internacional do Petróleo e as Ações Preferenciais da Petrobrás

Tendo em vista que para averiguação da H2 serão utilizados dados das mesmas variáveis da H1, porém com frequência de curto prazo, a estimação se dará pelo método dos mínimos quadrados de dois estágios – TSLS, tendo como variáveis instrumentais o retorno do petróleo, e do índice Dow Jones e a modelagem poderão ser expressos conforme a equação (18).

Faz-se importante constatar que para apreciação do efeito *lead-lag* foram utilizados dados das variáveis determinísticas contemporâneas e defasados do Ibovespa e do preço internacional do óleo, conforme exposto na equação (18).

$$R_{pst,t} = \alpha + \sum_{i=0}^n \beta_i R_{ibov,t-i} + \sum_{j=0}^n \gamma_j R_{oil,t-j} + u_t \quad (18)$$

Onde:

$R_{pst}$  = Retorno das ações preferenciais da Petrobrás;

$R_{oil}$  = Retorno do preço internacional do barril do petróleo;

$R_{ibov}$  = Retorno do índice preços das ações listadas na bolsa de Valores de São Paulo, retorno do Ibovespa;

$\alpha, \beta_i, \gamma_j$  = Parâmetros a serem estimados;

$u_t$  = Termo de erro.  $u \sim N(0, \sigma^2)$ ;

### 3.2.2.1 Modelo GARCH para teste de H2

Uma das premissas que deve ser satisfeita é a da homoscedasticidade, ou seja, para dados valores da variável independente, a variância do erro é constante para todas as observações.

Entretantes, é possível que essa premissa não seja satisfeita e que a variância do erro não seja constante ao longo do tempo e esteja correlacionada com o próprio termo de erro defasado ou com a própria variância defasada.

Assim, além da metodologia dos mínimos quadrados em dois estágios - TSLS, também será empregada a metodologia GARCH, já explicada no subitem 3.2.1.3 do presente capítulo.

Portanto, o modelo GARCH pode ser expresso da seguinte forma:

$$R_{pst,t} = \alpha + \sum_{i=0}^n \beta_i R_{ibov,t-i} + \sum_{j=0}^n \gamma_j R_{oil,t-j} + u_t \quad (19)$$

$$\sigma_t^2 = \delta + \sum_{i=1}^p \lambda_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^n \varphi_j \sigma_{t-j}^2 + u_t \quad (20)$$

Onde:

$R_{pst}$  = Retorno das ações preferenciais da Petrobrás;

$R_{oil}$  = Retorno do preço internacional do barril do petróleo;

$R_{ibov}$  = Retorno do índice preços das ações listadas na bolsa de Valores de São Paulo, retorno do Ibovespa;

$\alpha, \beta_i, \gamma_j$  = Parâmetros a serem estimados na equação (19);

$u_t$  = Termo de erro.  $u \sim N(0, \sigma^2)$ ;

$\sigma_t^2$  = variância condicional do erro;

$\delta, \lambda_i, \varphi_j$  = Parâmetros a serem estimados na equação (20)

### 3.2.2.2 Critério de Informação

Brooks (2008, p.232) explica que há três critérios de informação para a seleção do modelo apropriado, ou seja, para a escolha da extensão da defasagem de um modelo, que são: critério de informação de Akaike, critério de informação de Schwartz e o critério de informação Hannan-Quinn.

Estes critérios englobam, basicamente, dois termos: o termo que é função da soma dos quadrados dos resíduos – SQR - e o termo punitivo, que é a penalidade pela perda do grau de liberdade de adicionar parâmetros extras (BROOKS, 2008).

A determinação da ordem apropriada do modelo será decidida pelo critério de informação *Schwartz Bayesian* – SBIC, que, segundo Brooks (2008, p.233), engloba um termo punitivo mais rígido e é um critério de informação fortemente mais consistente.

Brooks (2008, p.233) sublinha que *o critério de informação bayesiano de Schwartz indica assintoticamente a ordem correta do modelo correto enquanto o Akaike fornece na média um modelo mais amplo (maior número de defasagens) mesmo com quantidade infinita de dados* (tradução do autor).

O *SBIC* é obtido por meio da seguinte fórmula:

$$SBIC = \ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{k}{t} \ln t \quad (21)$$

Onde:

$\hat{\sigma}^2$  = A soma dos quadrados dos resíduos dividida pelo número de observações,  $t$ ;

$k$  = O número total dos parâmetros estimados;

$t$  = O tamanho da amostra;

$\frac{k}{t} \ln t$  = O fator punitivo.

Deve-se escolher a ordem do modelo que minimiza o valor do critério de informação bayesiano de *Schwartz*.

### 3.2.2.3 Cointegração

A princípio, a regressão de uma série temporal não estacionária contra outra série temporal não estacionária pode produzir resultados espúrios, ou seja, uma regressão espúria<sup>4</sup>.

No entanto, se as duas variáveis forem cointegradas, ou seja, forem integradas de mesma ordem e ambas movimentarem juntas, a regressão resultante dessas duas variáveis faz sentido e a regressão não será considerada espúria (SARTORIS, 2007).

Assim, a cointegração entre duas variáveis ocorre quando as duas séries forem integradas de mesma ordem, ou seja, cada série, individualmente, tiver a mesma ordem de não estacionariedade e a combinação linear dessas duas séries (os resíduos) resultar em uma terceira série, a qual é integrada de ordem menor que as duas séries iniciais (WATSHAM; PARRAMORE, 1997).

Watsham e Parramore (1997, p.246) salientam que, para fins práticos em finanças, as duas séries cointegradas serão integradas de ordem um,  $I(1)$ , e a combinação linear entre as duas séries (resíduos) deverá ser integrada de ordem zero,  $I(0)$ , ou seja, estacionária. Desta forma, a combinação linear faz com que as tendências estocásticas das duas séries se anulem entre si e o resultado da regressão das duas variáveis faça sentido (não seja espúria).

Teoricamente, Watsham e Parramore (1997, p.244) descrevem cointegração como a relação de longo prazo entre variáveis que exibem uma relação de equilíbrio uma com a outra.

Portanto, a cointegração indica a existência de relação de longo prazo entre determinadas variáveis para cujo sistema econômico converge no tempo (HARRIS, 1995).

Neste sentido, Gujarati (2008, p.659) salienta que “do ponto de vista econômico, duas variáveis serão cointegradas se tiverem entre elas uma relação de longo prazo, ou de equilíbrio”.

Assim, se duas variáveis não estacionárias com mesma ordem de integração se moverem juntas no tempo e a diferença entre elas for estável, ou seja, estacionária, pode-se dizer que as variáveis são cointegradas (CUNHA, 2003).

Cabe destacar a regressão cointegrante que se quer examinar:

$$P_{pst,t} = \alpha + \beta P_{oil,t} + u_t \quad (22)$$

$$u_t = P_{pst,t} - \alpha - \beta P_{oil,t} \quad (23)$$

<sup>4</sup> Para maiores detalhes sobre regressões espúrias, ver Brooks (2008).



Onde:

$P_{pet,t}$  = Preço das ações preferenciais da Petrobrás - PETR4;

$P_{oil,t}$  = Preço internacional do barril do petróleo - CL;

$\alpha$  e  $\beta$  = Parâmetros a serem estimados;

$u_t$  = Termo de erro.  $u \sim N(0, \sigma^2)$ .

Após verificar a regressão cointegrante (22) e mostrar a combinação linear das variáveis preço das ações preferenciais da Petrobrás e preço internacional do barril do petróleo (23), deve-se realizar, em seguida, o teste de raiz unitária para essas duas variáveis.

O teste de raiz unitária realizado foi o teste de Dickey Fuller Aumentado – ADF, que é utilizado para verificar a existência de não estacionariedade e a ordem de integração das séries das variáveis.

De acordo com Oliveira (2008, p. 27), “a ordem de integração representa o número de vezes que a série necessita ser diferenciada para que se torne estacionária”.

Assim, um pressuposto para a cointegração é que as duas séries tenham a mesma ordem de integração, I(1). Aplica-se os mínimos quadrados ordinários na regressão (22) e, posteriormente, deve-se submeter  $u_t$  (resíduos), ou seja, a combinação linear das séries do preço preferencial das ações da Petrobrás e o preço internacional do petróleo descrito na equação (23) ao teste da raiz unitária ADF. Caso seja verificado que  $u_t$  é estacionário, I(0), então se pode afirmar que as duas séries são cointegradas.

O teste de raiz unitária mais utilizado é o teste de Dickey e Fuller, que consiste na estimação da equação abaixo por mínimos quadrados ordinários.

$$\Delta Y_t = \varphi Y_{t-1} + u_t \quad (24)$$

Onde:

$$\varphi = (\rho - 1);$$

$$-1 \leq \rho \leq 1;$$

$u_t$  = Termo de erro de ruído branco.  $u \sim N(0, \sigma^2)$ .

É comum encontrar séries temporais não estacionárias, cujo exemplo clássico é a equação (24), conhecida como modelo de passeio aleatório, quando  $\varphi = 0$ . A regressão (24) é um modelo auto-regressivo AR(1).

É comum em trabalhos nacionais e internacionais, o pesquisador tratar os preços dos ativos como séries não estacionárias, ou seja, seguem um passeio aleatório.

A hipótese de mercado eficiente ressalta que os preços das ações são aleatórios, sendo os investidores incapazes de prever os preços de amanhã com base nos preços de hoje. O preço da ação de amanhã é igual ao preço da ação de hoje mais um choque aleatório (GUJARATI, 2008).

A hipótese nula do teste é  $H_0: \varphi = 0$ , contra a hipótese alternativa  $H_1: \varphi < 0$ . Brooks et al. (2008, p. 327) escreve que caso  $\varphi < 0$ , ou seja, se  $\varphi$  for menor que zero, a série temporal  $Y_t$  é estacionária e se  $\varphi = 0$ ,  $Y_t$  possui raiz unitária, ou seja, a série temporal é não estacionária.

No entanto, conforme já mencionado, será utilizado o teste de Dickey e Fuller Aumentado que contempla a possibilidade do termo de erro,  $u_t$ , apresentar correlação. No respectivo teste, são acrescentados, na equação, (24) valores defasados da variável dependente,  $\Delta Y_t$ , o que resulta na equação (25).

$$\Delta Y_t = \varphi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (25)$$

### 3.2.2.3.1 Modelo de Correção de Erro

Conforme comentado no tópico anterior, quando as séries das variáveis são cointegradas sugere-se que há uma relação de longo prazo ou de equilíbrio entre elas. No entanto, pode haver, no curto prazo, desequilíbrios momentâneos entre as séries, devendo-se lançar mão do termo de correção de erro, que é uma forma de reconciliar o comportamento de curto prazo de uma variável com o seu comportamento de longo prazo.

Watsham e Parramore (2007, p.248) ressaltam que o modelo de correção de erro descreve o processo pelo qual as variáveis I(1) retornam ao equilíbrio.

Brooks (2008, p.338) salienta que diante de um modelo univariado (modelos ARIMA), é inteiramente correto tirar a primeira diferença de variáveis I(1). Entretanto, quando houver relação entre duas ou mais variáveis e esta relação for importante, tal procedimento, apesar de estatisticamente válido, não é aconselhável, pois esta metodologia não resulta em equilíbrio de longo prazo.

Brooks (2008, p.338) destaca que existe o modelo de correção de erro que supera este problema pelo uso de combinações de primeira diferença e variáveis cointegradas defasadas. Desta forma, o modelo de correção de erro, também conhecido como modelo de correção de equilíbrio, seria expresso da seguinte forma:

$$R_{pet,t} = \beta_0 + \beta_1 R_{oil,t} + \beta_2 (R_{pet,t-1} - \gamma R_{oil,t-1}) + u_t \quad (26)$$

Onde:

$R_{pet,t}$  = Retorno das ações preferenciais da Petrobrás no tempo t;

$R_{pet,t-1}$  = Retorno das ações preferenciais da Petrobrás no tempo t-1;

$R_{oil,t}$  = Retorno do preço internacional do barril do petróleo no tempo t;

$R_{oil,t-1}$  = Retorno do preço internacional do barril do petróleo no tempo t-1;

$\beta_0$  = Parâmetro a ser estimado na equação;

$\beta_1$  = Parâmetro a ser estimado, que representa a relação de curto prazo entre as variáveis, na equação;

$\beta_2$  = Parâmetro a ser estimado, que representa a velocidade de ajustamento de volta para o equilíbrio, na equação;

$\gamma$  = coeficiente de cointegração na equação.

$u_t$  = Termo de erro.  $u \sim N(0, \sigma^2)$ ;

O modelo destaca que a variável dependente muda entre o tempo  $t-1$  e  $t$  como resultado de alterações da variável explanatória entre o tempo  $t-1$  e  $t$ , e serve para corrigir qualquer desequilíbrio que tenha existido durante o período anterior.

Faz-se importante mencionar que para a obtenção de estimadores pelo método dos mínimos quadrados em dois estágios deve-se preocupar, em uma abordagem de equações estruturais, com as questões clássicas de identificação e estimação, e não com a não estacionaridade e a cointegração (HSIAO, 1997).

Assim, mesmo que as séries sejam cointegradas, não há necessidade de incluir o termo de correção do erro quando a estimação da regressão for feita pelo método dos mínimos quadrados em dois estágios.

#### **3.2.2.4 Modelo de Vetores Autorregressivos – VAR**

O modelo VAR é muito utilizado em estudos empíricos com ênfase em estudos financeiros e econômicos. Algumas dessas pesquisas científicas são descritas com o objetivo de enfatizar a importância dessa metodologia no processo de previsão, estimação e projeção de resultados.

O termo autorregressivo se deve à utilização do valor defasado da variável dependente no lado direito da equação, e o termo vetorial se deve ao fato de estar se tratando de um vetor de duas ou mais variáveis.

Gujarati (2006, p. 673) ressalta que o método VAR é semelhante à modelagem de equações simultâneas, no sentido de que se deve considerar as variáveis endógenas conjuntamente. No entanto, cada variável endógena é explicada por seus valores defasados no tempo e pelos valores defasados das demais variáveis endógenas explicadas no modelo, tendo em vista que em geral não há variáveis exógenas neste modelo.

Entretanto, nos modelos de equações simultâneas, algumas variáveis são consideradas endógenas e outras são tratadas como exógenas. Para Sims, segundo GUJARATI (2006, p.682), se houver simultaneidade entre um conjunto de variáveis, todas devem ser tratadas igualmente não havendo nenhuma distinção *a priori* entre variáveis endógenas e exógenas.

Neste modelo, o valor da variável deve ser expresso como função linear dos valores passados desta mesma variável e das demais variáveis incluídas no modelo. Gujarati (2006, p.682) ressalta que caso cada regressão contenha o mesmo número de variáveis defasadas no sistema, a regressão poderá ser estimada individualmente pelo método dos mínimos quadrados ordinários.

No caso de haver mais de uma variável em estudo, o VAR é tido como a extensão de um modelo autorregressivo. Assim, a metodologia VAR possui mais de uma variável dependente e,

consequentemente, um sistema de equações onde cada uma dessas equações utilizam, como variáveis explanatórias, defasagens de todas as variáveis do modelo (KOOP, 2006).

Cabe ressaltar que quando há variáveis exógenas no modelo VAR, este passa a ser denominado de VARX.

Gujarati (2006, p.683) destaca que, devido ao uso de diversas defasagens das mesmas variáveis, pode acontecer que cada coeficiente estimado não seja estatisticamente significativo por causa da multicolinearidade. Então, deve-se testar, coletivamente, os coeficientes estimados pelo teste F padrão.

Assim, o modelo a ser estimado pela metodologia VAR é:

$$R_{pet,t} = \alpha + \sum_{i=1}^n \gamma_i R_{pet,t-i} + \sum_{j=1}^n \beta_j R_{ibov,t-j} + \alpha R_{oil,t} + \theta R_{dj,t} + u_t \quad (27)$$

$$R_{ibov,t} = \delta + \sum_{j=1}^n \varphi_j R_{ibov,t-j} + \sum_{i=1}^n \vartheta_i R_{pet,t-i} + \lambda R_{dj,t} + \pi R_{oil,t} + \varepsilon_t \quad (28)$$

Onde:

$R_{pet}$  = Retorno das ações preferenciais da Petrobrás;

$R_{oil}$  = Retorno do preço internacional do barril do petróleo;

$R_{ibov}$  = Retorno do índice preços das ações listadas na bolsa de Valores de São Paulo no período t, retorno do Ibovespa;

$\alpha, \gamma, \beta, \theta, \alpha$  = Parâmetros a serem estimados na equação (27);

$u_t$  = Termo de erro.  $u \sim N(0, \sigma^2)$ ;

$R_{dj}$  = Retorno do índice preços das ações listadas na bolsa de valores de Nova Iorque, Dow Jones;

$\delta, \varphi, \vartheta, \lambda, \pi$  = Parâmetros a serem estimados na equação (28);

$\varepsilon_t$  = Termo de erro.  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$ .

Entretanto, o respectivo modelo para fins de verificação do efeito *lead-lag* não se mostra condizente, uma vez que as variáveis exógenas (petróleo e Dow Jones) apresentam-se contemporaneamente. Assim, este modelo será explorado apenas para ilustração.

Então, com intuito de verificar o efeito *lead-lag* e tendo em vista que o VAR é um sistema simultâneo, em que todas as variáveis são tidas como endógenas, é que foi utilizado o modelo:

$$R_{pet,t} = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i R_{pet,t-i} + \sum_{j=1}^n \gamma_j R_{oil,t-j} + u_t \quad (29)$$

$$R_{oil,t} = \delta + \sum_{i=1}^n \lambda_i R_{oil,t-i} + \sum_{j=1}^n \nu_j R_{pet,t-j} + \varepsilon_t \quad (30)$$

Onde:

$R_{pet}$  = Retorno das ações preferenciais da Petrobrás;

$R_{oil}$  = Retorno do preço internacional do barril do petróleo;

$\alpha, \beta, \gamma$  = Parâmetros a serem estimados na equação (29);

$u_t$  = Termo de erro.  $u \sim N(0, \sigma^2)$ ;

$R_{dj}$  = Retorno do índice preços das ações listadas na bolsa de valores de Nova Iorque, Dow Jones;

$\delta, \lambda, \nu$  = Parâmetros a serem estimados na equação (30);

$\varepsilon_t$  = Termo de erro.  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$ .

#### 3.2.2.4.1 Modelo Vetor de Correção de Erros – VECM

Engle e Granger (1987) popularizaram a estimação do vetor de correção de erros, que tem por finalidade analisar os ajustamentos de curto prazo que ocorrem nas séries cointegradas.

A utilização do VECM é determinada caso seja verificada a presença de relações de longo prazo entre as variáveis do modelo econométrico desenvolvido, que é conferido por meio da análise de cointegração (JOHANSEN, 1988).

Tendo em vista o problema da possível existência de vários vetores de cointegração, Johansen (1988) e Johansen e Juselius (1990) propuseram um procedimento para solucionar este problema com base no método da máxima verossimilhança. Este procedimento, segundo Van Doornik (2007, p. 33), considera que as inter-relações dinâmicas entre as variáveis deverão ser apreciadas por esse método, que se reveste de maior robustez, uma vez que incorpora, no modelo VAR, os desvios em relação à trajetória de longo prazo das variáveis.

Assim, ao evidenciar a relação de longo prazo entre as variáveis, ou seja, a cointegração entre as séries, o modelo VAR necessitará ser transformado no modelo VEC.

### 3.2.2.5 Teste de causalidade de Wiener-Granger

Faz-se importante ressaltar que a regressão, apesar de descrever um modelo em que, de um lado, está a variável dependente e do outro estão a(s) variáveis independente(s), não implica em causalidade, pois, para atribuir esta característica, deve-se ter considerações teóricas. Assim, a relação entre variáveis não atesta causalidade nem direção de influência.

No entanto, Koop (2000 apud GUJARATI, 2006, p.560) salienta que nas regressões de séries temporais a situação é diferente, uma vez que o passado pode causar eventos de hoje; porém, a recíproca não é verdadeira.

Desta forma, para verificar a direção de causalidade entre as variáveis, deve-se lançar mão do teste de causalidade de Wiener-Granger, mais conhecido por teste de causalidade de Granger.

O presente trabalho visa, por meio do já mencionado teste, averiguar se a série temporal de valores do retorno do preço internacional do barril do petróleo causa o retorno das ações preferenciais da Petrobrás.

Cabe ressaltar que a causalidade envolve apenas a precedência temporal das variáveis envolvidas; então, se a variável  $R_{oil}$  “causa” no sentido de Granger a variável  $R_{pet}$ , os valores passados, defasados de  $R_{oil}$  contêm informações úteis para prever a variável  $R_{pet}$ .

Assim, com intuito de testar a direção de causalidade entre as duas variáveis, devem-se estimar as seguintes equações:

$$R_{pet,t} = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i R_{pet,t-i} + \sum_{j=1}^n \gamma_j R_{oil,t-j} + u_t \quad (31)$$

$$R_{oil,t} = \delta + \sum_{i=1}^n \lambda_i R_{oil,t-i} + \sum_{j=1}^n \pi_j R_{pet,t-j} + v_t \quad (32)$$

Onde:

$R_{pet}$  = retorno das ações preferenciais da Petrobrás;

$R_{oil}$  = retorno do preço internacional do barril do petróleo;

$\alpha, \beta, \gamma, \lambda, \delta, \pi$  = parâmetros a serem estimados;

$u_t, v_t$  = termos de erro  $\sim N(0, \sigma^2)$ .

Assim, o presente estudo visa a testar se os parâmetros das variáveis exógenas das equações acima são estatisticamente significativos, mais especificamente se  $\gamma_j$  é estatisticamente diferente de zero. Ou seja, quer-se verificar se o retorno do preço internacional do petróleo causa os retornos das ações preferências da Petrobrás. Desta forma, testa-se a seguinte hipótese nula:

$$H_0: \gamma_j = 0$$

Caso  $\gamma_j$  seja estatisticamente diferente de zero pode-se inferir que no mínimo há uma relação de causalidade unidirecional de  $R_{oil}$  para  $R_{pet}$ .

Salienta-se que para testar tal hipótese deve-se usar o teste F.

### 3.3 Testes estatísticos

Quando da estimação dos parâmetros da função de regressão amostral, os dados devem satisfazer determinadas premissas para que os parâmetros estimados pelo *Ordinary Least Squares* – *OLS* (mínimo quadrado ordinário) sejam os melhores estimadores lineares não tendenciosos – *BLUE*. Conseqüentemente, tecer inferências sobre os parâmetros populacionais.

De acordo com Watsham e Parramore (2007, p. 191), os dados devem satisfazer as seguintes premissas:



1. O erro ( $e$ ) é distribuído normalmente com média zero -  $E(e_i) = 0$ . Gujarati (2006, p.54) afirma que os valores não incluídos explicitamente no modelo, que estão agrupados no termo de erro na média, não afetarão o valor médio da variável dependente, pois os valores positivos do erro cancelam os negativos de modo que seu efeito médio sobre a variável dependente seja zero.
2. Homoscedasticidade - o termo de erro tem variância constante,  $\sigma^2$ . Assim, o termo de erro será normalmente distribuído com média zero e variância  $\sigma^2$ . Então, percebe-se que  $e \sim N(0, \sigma^2)$ . Isto implica que a variável dependente terá também a seguinte propriedade:  $Y_i \sim N(a + bX_i, \sigma^2)$ . (GUJARATI 2006).
3. Não há autocorrelação entre os termos de erro:  $cov e_i e_j = 0$ .
4. A variável independente é não estocástica, ou seja, ela é exógena e determinística, não tendo distribuição probabilística. Considera-se que os valores assumidos pelos regressores são fixos em amostras repetidas (BROOKS, 2002).
5. Não há relação entre a variável independente e o termo de erro,  $cov (e_i x_i) = 0$ . Gujarati (2006, p.57) sublinha que a lógica que embasa essa premissa é o fato de a variável independente e o termo de erro, que representam a influência de todas as variáveis omitidas do modelo, exercerem influências separadas sobre a variável dependente. Entretanto, se as variáveis (independente e o termo de erro) estiverem correlacionadas, não é possível avaliar seus efeitos individuais sobre a variável dependente. Salienta-se que se a premissa anterior for satisfeita automaticamente esta também o será.

Depois de estimados os parâmetros e com intuito de verificar essas premissas serão realizados os seguintes testes de robustez: normalidade - teste de normalidade de *Jarque-Bera*, heteroscedasticidade - o teste geral de heteroscedasticidade de *White* e o teste de autocorrelação dos resíduos- teste de *Durbin-Watson*.

Cabe ressaltar que para a segunda hipótese, que busca averiguar a existência do efeito “*lead-lag*”, foi realizado o teste de autocorrelação de Breusch-Godfrey, que permite a existência de regressores não estocásticos e erros autorregressivos de ordem mais elevada.

### 3.4 Custos Transacionais

A existência do efeito *lead-lag* entre os ativos sob análise pode proporcionar ao investidor certo grau de previsibilidade na variação do preço das ações da Petrobrás. Neste caso, os resultados dos modelos TSLS e GARCH foram testados a fim de verificar o seu grau de predição dos retornos dos papéis.

Assim, caso o modelo possa prever com determinado nível de probabilidade que o valor da ação da Petrobrás subirá em alguns minutos, o investidor poderá comprar o papel naquele momento para vendê-lo minutos depois, quando o valor da ação subir até o valor previsto.

A fim de que o investidor obtenha retorno financeiro positivo, utilizando um desses modelos, é necessário que o custo das transações seja inferior ao ganho financeiro de cada negociação.

Os custos de transação se dividem em corretagem e taxas, que remuneram a corretora e a BM&FBovespa, respectivamente. Os valores referentes às corretagens variam em relação a cada corretora; entretanto, muitas trabalham com corretagem fixa.

As taxas cobradas dependem do tipo de transação. A BMF&Bovespa cobra, para operações *intra-day* no mercado à vista, 0,025% do valor transacionado, sendo 0,019% referentes à taxa de liquidação e 0,006% referentes a emolumentos. Naturalmente, estas taxas são cobradas tanto na operação de compra quanto na operação de venda.

No caso de se utilizar uma estratégia de compra e venda de ações baseado em um dos dois modelos testados, é importante que o investidor opte por utilizar uma corretora que cobre o valor fixo pela corretagem. Por exemplo, há corretoras que cobram uma taxa de R\$ 10,00 pelas primeiras 150 operações realizadas no mês, o que limita o custo operacional com corretagem a R\$ 1.500,00 mensais. Este valor torna-se relativamente menor quanto maior o valor investido. Por esta razão, a corretagem não será analisada no custo de transação.

É importante considerar o valor cobrado nas taxas de liquidação e emolumentos por se tratar de uma quantia relativa, ou seja, tanto mais caro será quanto maior o valor transacionado. Como dito, para que uma operação seja lucrativa, é necessário que o resultado de compra e venda da operação seja superior ao valor das taxas. Por exemplo, se o modelo prever uma elevação de 0,06%, a operação será lucrativa se o modelo acertar a previsão, pois o resultado líquido da

operação vai superar os valores das taxas, (0,025% sobre o valor de compra mais 0,025% sobre o valor de venda).

A tabela abaixo apresenta resumidamente a possibilidade de ganho para cada percentual que o modelo prevê. Foi sugerido um valor inicial hipotético de R\$ 35,00 para o valor da ação da Petrobrás e uma quantidade de 10.000 ações para investimento.

Tabela 2: Análise da rentabilidade dos acertos

% de elevação prevista	% de elevação real	Valor da ação	Quantidade de ações	Valor da compra	Valor da Venda	Resultado Financeiro	Taxas Compra (0,025%)	Taxas Venda (0,025%)	Resultado Líquido	Rentabilidade (%)
	(a)	(b)	(c)	(d)=c*b	(e)=d*(1+a)	(f)=e-d	(g)=d*0,025%	(h)=e*0,025%	(i)=f-g-h	(j)=i/d
0,06%	0,06%	35,00	10.000	350.000,00	350.210,00	210,00	87,50000	87,55250	<b>34,94750</b>	0,01%
0,08%	0,08%	35,00	10.000	350.000,00	350.280,00	280,00	87,50000	87,57000	<b>104,93000</b>	0,03%
0,10%	0,10%	35,00	10.000	350.000,00	350.350,00	350,00	87,50000	87,58750	<b>174,91250</b>	0,05%
0,12%	0,12%	35,00	10.000	350.000,00	350.420,00	420,00	87,50000	87,60500	<b>244,89500</b>	0,07%
0,15%	0,15%	35,00	10.000	350.000,00	350.525,00	525,00	87,50000	87,63125	<b>349,86875</b>	0,10%
0,20%	0,20%	35,00	10.000	350.000,00	350.700,00	700,00	87,50000	87,67500	<b>524,82500</b>	0,15%

Pode-se observar que a rentabilidade líquida do investimento é aproximadamente 0,05% (0,025% mais 0,025%) menor do que o valor de elevação da ação.

Naturalmente, o grau de previsibilidade do modelo, assunto a ser analisado em seguida, não é absoluto, ou seja, nem sempre prevê com precisão. Pode ocorrer que, apesar de o modelo ter previsto uma elevação, o valor da ação sofra uma redução. Assim, se, supostamente, o investidor realizar o prejuízo quando o valor da ação se reduzir até o percentual que o modelo havia previsto que subiria, a rentabilidade será negativa em 0,05% além da queda do percentual da ação, conforme pode ser observado na tabela 3.

Tabela 3: Análise da rentabilidade nos erros

% de elevação prevista	% de elevação real	Valor da ação	Quantidade de ações	Valor da compra	Valor da Venda	Resultado Financeiro	Taxas Compra (0,025%)	Taxas Venda (0,025%)	Resultado Líquido	Rentabilidade (%)
	(a)	(b)	(c)	(d)=c*b	(e)=d*(1+a)	(f)=e-d	(g)=d*0,025%	(h)=e*0,025%	(i)=f-g-h	(j)=i/d
0,06%	-0,06%	35,00	10.000	350.000,00	349.790,00	-210,00	87,50000	87,44750	<b>-384,94750</b>	-0,11%
0,08%	-0,08%	35,00	10.000	350.000,00	349.720,00	-280,00	87,50000	87,43000	<b>-454,93000</b>	-0,13%
0,10%	-0,10%	35,00	10.000	350.000,00	349.650,00	-350,00	87,50000	87,41250	<b>-524,91250</b>	-0,15%
0,12%	-0,12%	35,00	10.000	350.000,00	349.580,00	-420,00	87,50000	87,39500	<b>-594,89500</b>	-0,17%
0,15%	-0,15%	35,00	10.000	350.000,00	349.475,00	-525,00	87,50000	87,36875	<b>-699,86875</b>	-0,20%
0,20%	-0,20%	35,00	10.000	350.000,00	349.300,00	-700,00	87,50000	87,32500	<b>-874,82500</b>	-0,25%

Verifica-se que a rentabilidade líquida do investimento é negativa 0,05% (0,25% mais 0,25%) menor do que o retorno.

Por esta razão, para que este tipo de estratégia de investimento traga retorno positivo para o investidor, é de fundamental importância que a quantidade de acertos nas previsões de elevação do valor da ação supere a quantidade de erros o suficiente para que o resultado seja positivo.

Pela tabela abaixo, percebe-se que a quantidade de acertos necessários para cobrir o prejuízo de cada erro de previsão diminui à medida que há um crescimento no percentual de elevação do retorno da ação.

Tabela 4: Análise dos acertos necessários para cobrir um erro de previsão

Previsão	Acerto do Modelo			Erro do Modelo			acertos necessários para cobrir 1 erro de previsão
% de elevação previsto	% de elevação real (1)	Resultado Líquido	Rentabilidade (%)	% de elevação real (2)	Resultado Líquido	Rentabilidade (%)	
(a)	(a)	(b)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)=-g/d
0,06%	0,06%	34,94750	0,01%	-0,06%	-384,94750	-0,11%	11,0150
0,08%	0,08%	104,93000	0,03%	-0,08%	-454,93000	-0,13%	4,3356
0,10%	0,10%	174,91250	0,05%	-0,10%	-524,91250	-0,15%	3,0010
0,12%	0,12%	244,89500	0,07%	-0,12%	-594,89500	-0,17%	2,4292
0,15%	0,15%	349,86875	0,10%	-0,15%	-699,86875	-0,20%	2,0004
0,20%	0,20%	524,82500	0,15%	-0,20%	-874,82500	-0,25%	1,6669

No exemplo acima, se a previsão fosse de que a ação se elevaria 0,15% e, na realidade, o valor se reduzisse neste percentual, seriam necessários dois acertos aproximadamente para que o prejuízo fosse anulado. Por outro lado, para cada erro de previsão quando se espera que a ação suba 0,06%, são necessários 11 acertos para cobrir o prejuízo.

Em uma análise superficial, poder-se-ia imaginar que bastaria, então, realizar operações de compra apenas quando o modelo indicasse uma elevação igual ou superior a 0,15%. Porém, um retorno de 0,15% ou superior, a curto prazo, ocorre em uma frequência muito menor do que um retorno de 0,06%, por exemplo. Dessa forma, torna-se imprescindível fazer uma análise do grau de previsibilidade dos retornos dos modelos.

#### 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

As análises de resultados foram divididas em três partes. A primeira referente à H1 que trata da existência da relação entre o preço internacional do petróleo e os preços das ações preferenciais da Petrobrás; a segunda refere-se à H2, que determina a existência do efeito *lead-*

*lag* entre o preço internacional do petróleo e as ações preferenciais da Petrobrás; e, por último, os custos transacionais.

#### **4.1 H1: Existe relação entre o preço internacional do petróleo e os preços das ações preferenciais da Petrobrás**

Neste tópico serão analisados os resultados obtidos com os modelos econométricos explicitados no subitem 3.2.1 do capítulo de “Metodologia”. Cabe lembrar que para averiguar a existência da relação entre as variáveis foram utilizados dados mensais das mesmas.

##### **4.1.1 Resultado do modelo TSLS**

Devido ao problema da simultaneidade, mencionado no subitem 3.2.1 da Metodologia, utilizou-se o método dos mínimos quadrados em dois estágios no modelo da equação (13) tendo o retorno do índice *Dow Jones* e o retorno do petróleo no tempo *t* como variáveis instrumentais.

De acordo com a Tabela 5, abaixo destacada, percebe-se que as hipóteses nulas foram rejeitadas, ou seja, os estimadores do petróleo e do Ibovespa são significativamente diferentes de zero ao nível de significância de 5%. Portanto, os estimadores revelaram-se estatisticamente significativos.

O coeficiente de regressão do petróleo mostra que a mesma afeta as ações da Petrobrás em praticamente 20%.

O coeficiente de determinação mostra que 70% da variação da Petrobrás é explicada pelo modelo de regressão.

Tabela 5: Regressão TSLS

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	t-estatístico	Prob.
C	0.0022	0.0056	0.3898	0.6971
DLOG(OIL)	0.1912	0.0615	3.1084	0.0022
DLOG(IBOV)	1.1262	0.0866	1.2990	0.0000
R-quadrado	0.6991	Durbin-Watson stat		2.1685
R-quadrado ajustado	0.6957			

#### 4.1.1.1 Testes dos resíduos

Conforme mencionado no subitem 3.3 do tópico “Metodologia”, algumas premissas devem ser consideradas para que a regressão, pelo método dos mínimos quadrados em dois estágios e da máxima verossimilhança, seja válida.

Assim, foram realizados os testes de normalidade, de heteroscedasticidade dos resíduos e o teste de *Durbin-Watson*.

O teste de *Durbin-Watson*, destacado na tabela 5 do subitem 4.1.1, revelou não haver evidências de autocorrelação dos resíduos ao nível de significância de 5%, tendo em vista que a estatística *Durbin-Watson* de 2.16 está situada na região em que não se rejeita a hipótese nula.

A seguir, são apresentados os gráficos dos resíduos da regressão pelo TSLS.

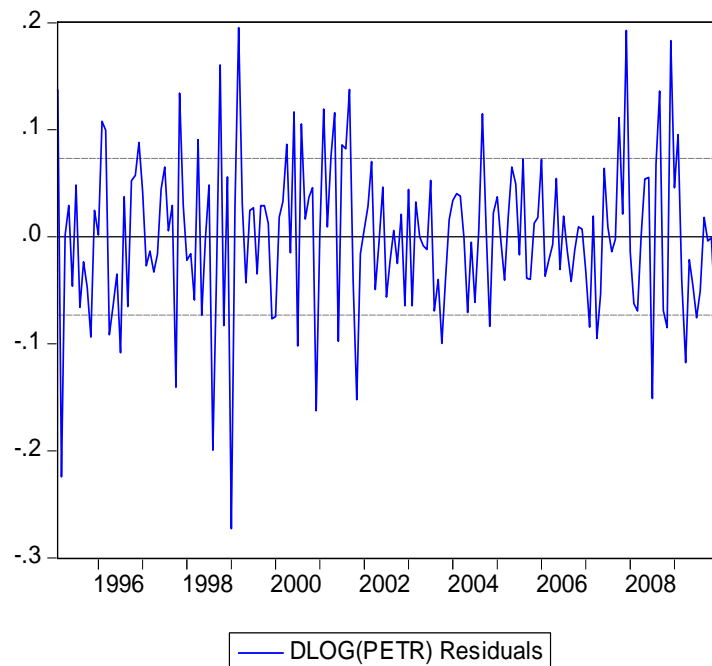


Gráfico 5: Resíduos da regressão TSLS

#### 4.1.1.1.1 Teste de normalidade dos resíduos

Uma das premissas do modelo é a de que os erros ( $e$ ) são normalmente distribuídos, com média zero e variância  $\sigma^2$ ,  $e \sim N(0, \sigma^2)$ . Um dos testes a ser utilizado para verificar a normalidade dos resíduos é o teste de *Jarque-Bera*, que faz uso do coeficiente de assimetria, que deve ser zero, e do coeficiente de curtose, que deve ser três para distribuição normal.

O *p-value* de aproximadamente 0.001 sugere que a hipótese nula de que os resíduos são normalmente distribuídos deve ser rejeitada ao nível de significância de 5%.

No entanto, Brooks (2008, p.164) salienta que a violação da presunção da normalidade é virtualmente inconsequente para amostras bastante grandes, uma vez que, segundo o teorema do limite central, o teste estatístico irá seguir assintoticamente a distribuição adequada, mesmo na ausência da normalidade dos erros.

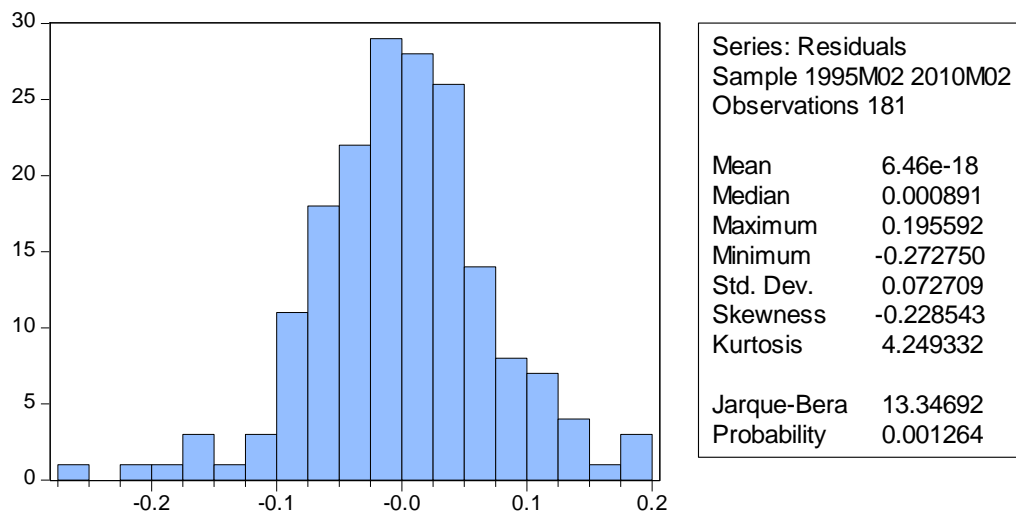


Gráfico 6: Teste de normalidade dos resíduos de *Jarque-Bera* para a regressão TSLS

#### 4.1.1.1.2 Teste de heteroscedasticidade dos resíduos

Outra premissa dos estimadores de mínimos quadrados é a de que os resíduos devem ter variância constante, ou seja, devem ser homoscedásticos.

Brooks (2008, p.135) destaca que a violação desta premissa ainda resultará em estimadores não tendenciosos, porém, eles não mais serão os de menor variância, o que poderá resultar em erros de inferências.

Ao utilizar o teste de *White* para detectar a heteroscedasticidade, rejeitou-se a hipótese nula de que os resíduos são homoscedásticos.

Tabela 6: Teste de heteroscedasticidade de White para regressão TSLS

Teste de Heteroscedasticidade: White			
F-estatístico	13.7488	Prob. F(5,175)	0.0000
Obs*R-quadrado	51.0481	Prob. Chi-Quadrado(5)	0.0000
Scaled explained SS	80.2097	Prob. Chi-Quadrado(5)	0.0000

Assim, devido à presença de heteroscedasticidade, foram efetuadas regressões por outras duas metodologias, a de mínimos quadrados em dois estágios consistente com a heteroscedasticidade de White e GARCH.

#### 4.1.2 Resultado do Método da Máxima Verossimilhança

Com intuito de dar um tratamento mais robusto aos dados, utilizou-se o método de máxima verossimilhança pelo sistema de equações simultâneas abaixo.

$$R_{pet,t} = \alpha + \beta R_{oil,t} + \gamma R_{ibov,t} + u_t \quad (33)$$

$$R_{ibov,t} = \delta + \lambda R_{dj,t} + \nu R_{pet,t} + u_t \quad (34)$$

De acordo com a tabela 7, os coeficientes do intercepto foram os únicos que não se demonstraram estatisticamente significativos.

Os coeficientes revelaram-se significativamente diferentes de zero e os coeficientes do petróleo e do Ibovespa foram semelhantes aos obtidos pelo método de mínimos quadrados em dois estágios.

Além do mais, o coeficiente de determinação do sistema de equações foi de aproximadamente 70%, igual ao obtido pelo TSLS.



Salienta-se o fato de que não há evidência de autocorrelação dos resíduos, pelo fato de a estatística *Durbin-Watson* das duas equações situarem-se na região em que não se rejeita a hipótese nula.

Tabela 7: Regressão Máxima Verossimilhança

	Coeficiente	Erro Padrão	z-estatístico	Prob.
C(1)	0.0022	0.0060	0.3662	0.7142
C(2)	0.1912	0.0472	4.0499	0.0001
C(3)	1.1262	0.0830	1.3558	0.0000
C(4)	0.0038	0.0047	0.8111	0.4173
C(5)	0.8981	0.2493	3.6013	0.0003
C(6)	0.3113	0.1482	2.1001	0.0357
Equação: $DLOG(PETR) = C(1) + C(2)*DLOG(OIL) + C(3)*DLOG(IBOV)$				
R-quadrado	0.6991	Durbin-Watson estat		2.1685
R-quadrado ajustado	0.6957			
Equação: $DLOG(IBOV) = C(4) + C(5)*DLOG(DJI) + C(6)*DLOG(PETR)$				
R-quadrado	0.6917	Durbin-Watson estat		1.9589
R-quadrado ajustado	0.6883			

#### 4.1.3 Resultado obtido utilizando-se o estimador de White consistente com heteroscedasticidade.

Após a aplicação do TSLS e do método da máxima verossimilhança, foi constatado que os resíduos não são homoscedásticos, conforme a tabela 6.

Ao constatar a heteroscedasticidade, Brooks (2008, p.138/139) ressalta a possibilidade de aplicar o método dos mínimos quadrados em dois estágios pelo estimador de White consistente com heteroscedasticidade.

Os resultados obtidos, pelo método de mínimos quadrados em dois estágios consistente com a heteroscedasticidade de White, estão demonstrados na tabela 8.

Nota-se que os estimadores do petróleo e do Ibovespa são significativamente diferentes de zero e muito próximos dos resultados obtidos com os demais métodos econométricos utilizados, 19,13% e 112,62%, respectivamente.

Ressalta-se, mais uma vez, o elevado coeficiente de determinação de aproximadamente 70%.

Faz-se importante destacar que não foi detectada a presença de autocorrelação dos resíduos, conforme verificado pelo teste de *Durbin-Watson*.

Tabela 8: Regressão TSLS consistente com a heteroscedasticidade de White

	Coefficiente	Erro Padrão	t-estatístico	Prob.
C(1)	0.0022	0.0058	0.3753	0.7078
C(2)	0.1912	0.0902	2.1192	0.0355
C(3)	1.1262	0.1118	1.0065	0.0000
R-quadrado	0.6991	Durbin-Watson estat		2.1685
R-quadrado ajustado	0.6957			

#### 4.1.4 Resultado do modelo GARCH

Tendo em vista a presença da heteroscedasticidade, foi executada a metodologia GARCH, que incorpora esta inconstância da variância no próprio modelo.

De acordo com a tabela 9, percebe-se que os estimadores obtidos pela metodologia GARCH tanto do petróleo quanto do Ibovespa são estatisticamente significantes.

Além do mais, o coeficiente de determinação e a estatística de *Durbin-Watson* não se mostraram tão diferentes dos demais resultados obtidos, conforme ilustrado na tabela 9.

Entretantes, o coeficiente do resíduo quadrático defasado não foi significativamente diferente de zero. Então, foi realizada a metodologia GARCH sem o termo de erro quadrático defasado, ou seja, efetuou-se o GARCH (0,1).

Tabela 9: Regressão GARCH (1,1)

	Coefficiente	Erro Padrão	z-estatístico	Prob.
C	-0.0013	0.0048	-0.2821	0.7778
DLOG(OIL)	0.1783	0.0514	3.4676	0.0005
DLOG(IBOV)	1.1292	0.0396	2.8506	0.0000
Equação Variância				
C	0.0006	0.000517	1.3224	0.1860
RESID(-1)^2	0.1740	0.106148	1.6398	0.1010
GARCH(-1)	0.6903	0.168901	4.0874	0.0000
R-quadrado	0.6982	Durbin-Watson estat		2.1582
R-quadrado ajustado	0.6895			

De acordo com a tabela 10, os coeficientes obtidos pelo modelo GARCH(0,1) demonstraram-se todos ser significativamente diferentes de zero, exceto para o intercepto.

Os estimadores significativamente diferentes de zero foram semelhantes aos obtidos mediante outras técnicas. Tal fato demonstra como a relação entre as duas variáveis (petróleo e Petrobrás) são extremamente significativas.

O elevado coeficiente de determinação de aproximadamente 70% em todas as técnicas empregadas mostra a eficácia do modelo em transmitir a relação entre as variáveis.

Assim, o GARCH (0,1) demonstrou ser o modelo que melhor explica a relação entre o preço do petróleo e a ação preferencial da Petrobrás.

Tabela 10: Regressão GARCH (0,1)

	Coeficiente	Erro Padrão	z-estatístico	Prob.
C	0.0025	0.0053	0.4814	0.6302
DLOG(OIL)	0.1953	0.0438	4.4574	0.0000
DLOG(IBOV)	1.1131	0.0355	3.1287	0.0000
Equação Variância				
C	0.0017	0.0014	1.2003	0.2300
GARCH(-1)	0.6509	0.2875	2.2633	0.0236
R-quadrado	0.6992	Durbin-Watson estat		2.1746
R-quadrado Ajustado	0.6923			

## 4.2. H2: Existe efeito *lead-lag* entre o petróleo e as ações preferenciais da Petrobrás

Neste tópico serão tratados os resultados da hipótese - H2.

### 4.2.1 Cointegração entre as ações da Petrobrás e o petróleo

É importante destacar que, em geral, a representação gráfica dos dados é o primeiro passo na análise de uma série temporal. O gráfico pode dar uma idéia inicial da provável natureza da série temporal. Para tal, foram apresentados no gráfico 7 os dados intradiários do petróleo e da Petrobrás de um trimestre escolhido aleatoriamente.

O gráfico 7 mostra as séries temporais da Petrobrás e do Petróleo ao longo do tempo. As séries demonstram que no período em estudo os preços das variáveis apresentaram uma tendência para baixo, sugerindo que a média das variáveis mudaram ao longo do tempo. Este fato pode indicar que as séries das respectivas variáveis em nível são não estacionárias.

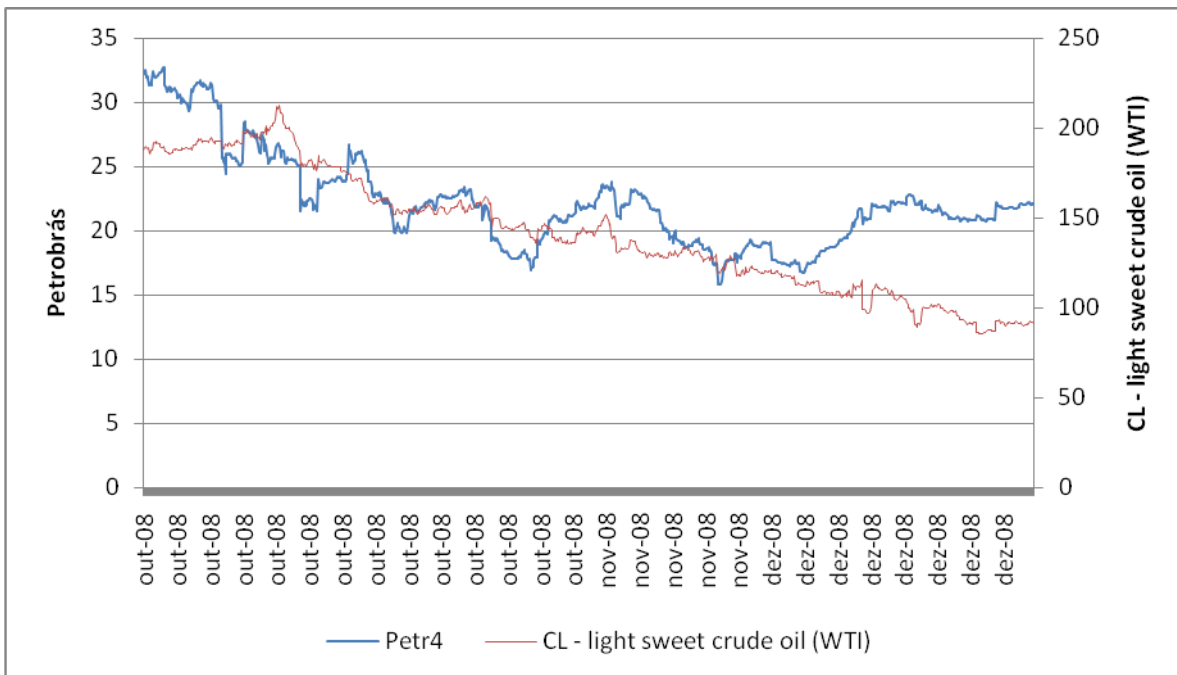


Gráfico 7: Preço intradiário das variáveis Petrobrás e petróleo do 4º trimestre de 2008

De acordo com o demonstrado nas próximas cinco tabelas, percebe-se que há cointegração entre o preço internacional do petróleo e o preço das ações preferenciais da Petrobrás.

Em um primeiro momento foi realizado o teste ADF para o logaritmo das séries do preço da ação da Petrobrás (tabela 11) e do preço do petróleo (tabela 12). Conforme exposto na tabela 11, verifica-se que a hipótese nula de que o logaritmo da série de preços da Petrobrás possui raiz unitária não foi rejeitada e, portanto, a variável em nível é não estacionária.

Tabela 11: Teste de raiz unitária do preço da ação da Petrobrás

Hipótese Nula: LOG(PETR) tem raiz unitária

Exógena: Constante

Defasagem: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=39)

	Estatística-t	Prob.*
Teste estatístico de Dickey-Fuller		
Aumentado	-1.9125	0.3268
Valores do teste crítico:		
1% level	-3.4307	
5% level	-2.8615	
10% level	-2.5668	

Da mesma forma, não se pode rejeitar a hipótese nula de que a série de preços do petróleo possui raiz unitária, conforme destacado na tabela 12.

Tabela 12: Teste de raiz unitária do preço do petróleo.  
 Hipótese Nula: LOG(OIL) tem raiz unitária  
 Exógena: Constante  
 Defasagem: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=39)

		Estatística -t	Prob.*
Teste estatístico de Dickey-Fuller			
Aumentado		-1.4765	0.5457
Valores do teste crítico:			
	1% level	-3.4307	
	5% level	-2.8615	
	10% level	-2.5668	

Após a realização do teste ADF das séries em nível, foi efetuado o mesmo teste nas mesmas séries, porém em primeira diferença, conforme disponibilizado nas tabelas 13 e 14.

De acordo com a tabela 13, nota-se que o retorno das ações da Petrobrás não possui raiz unitária. Assim, a série de preços da Petrobrás possui integração de ordem um – I(1).

Tabela 13: Teste de raiz unitária da Petrobrás em primeira diferença  
 Hipótese Nula: D(LOG(PETR)) tem raiz unitária  
 Exógena: Constante  
 Defasagem: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=39)

		Estatística-t	Prob.*
Teste estatístico de Dickey-Fuller			
Aumentado		-1.1568	0.0001
Valores do teste crítico:			
	1% level	-3.4307	
	5% level	-2.8615	
	10% level	-2.5668	

Em primeira diferença, foi rejeitada a hipótese nula de que a série do petróleo possui raiz unitária, conforme tabela 14.

Em consonância com o teste em nível do petróleo, pode-se inferir que a série de preços do petróleo possui integração de primeira ordem – I(1).

Desta forma, tanto a série do retorno das ações da Petrobrás quanto a série do retorno do petróleo são estacionárias.

Tabela 14: Teste de raiz unitária do preço do petróleo em primeira diferença.  
Hipótese N1a: D(LOG(OIL)) tem raiz unitária  
Exógena: Constante  
Defasagem: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=39)

	Estatística-t	Prob.*
Teste estatístico de Dickey-Fuller Aumentado	-1.1381	0.0001
Valores do teste crítico:		
1% level	-3.4307	
5% level	-2.8615	
10% level	-2.5668	

Assim, após ter sido satisfeita a condição de que ambas as séries têm a mesma ordem de integração, deve-se verificar se o resíduo da regressão entre as séries de preços, conforme ilustrado na equação (22) do subitem 3.2.2.3 do capítulo de “Metodologia”, possui raiz unitária. Caso os resíduos destas duas séries, que são não estacionários de mesma ordem  $-I(1)$ , forem estacionários, pode-se concluir que as duas séries são cointegradas.

De acordo com a tabela 15, rejeita-se a hipótese nula ao nível de significância de 5% e pode-se inferir que as séries do preço das ações da Petrobrás e do preço do petróleo são cointegradas.

Tabela 15: Teste de raiz unitária dos resíduos em nível  
Hipótese Nula: RES\_CI tem raiz unitária  
Exogenous: Nenhuma  
Defasagem: 4 (Automatic based on SIC, MAXLAG=39)

	Estatística-t	Prob.*
Teste estatístico de Dickey-Fuller Aumentado	-2.2455	0.0239
Valores do teste crítico:		
1% level	-2.5651	
5% level	-1.9408	
10% level	-1.6166	

#### 4.2.2 Causalidade de Granger entre as ações da Petrobrás e o preço do petróleo

A fim de verificar a relação entre as duas variáveis, foi realizado o teste de causalidade de Granger, com cinco defasagens.

A hipótese nula do teste de causalidade de Granger é de que há ausência de causalidade entre as variáveis. Assim, a primeira hipótese nula é de que o preço do petróleo não causa “Granger” à Petrobrás e a segunda é que a Petrobrás não causa “Granger” ao preço do petróleo.

Por meio da tabela 16, percebe-se que a primeira hipótese nula foi rejeitada ao nível de significância de 5%. Desta forma, o retorno do petróleo causa “Granger” aos retornos das ações da Petrobrás. Então, os valores passados do retorno do petróleo contêm informações úteis para prever os retornos das ações da Petrobrás.

Conforme o esperado, a segunda hipótese nula não foi rejeitada e, portanto, os retornos das ações da Petrobrás não causam, no sentido “Granger”, os retornos do petróleo.

Tabela 16: Teste de causalidade de Granger

Teste de Causalidade de Granger Pairwise

Data: 09/11/10 Hora: 13:56

Amostra: 1 15932

Defasagens: 5

Hipótese Nula:	Obs	Estatística-F	Probabilidade
DLOG(OIL) não Causa Granger DLOG(PETR)	15926	23.7115	7.8E-2
DLOG(PETR) não Causa Granger DLOG(OIL)		0.6743	0.6428

#### 4.2.3 Resultados do VECM

Após ter sido verificada a cointegração entre as variáveis endógenas Petrobrás e Ibovespa, ilustrado nas tabelas 17, 18, 19, 20, 21 do Apêndice B, foi utilizado o VECM do sistema composto pelas equações 27 e 28 do subitem 3.2.2.4, do capítulo “Metodologia”.

No entanto, conforme exposto no mesmo subitem, o VECM resultante do respectivo sistema foi apresentado nesta pesquisa na tabela 22 do Apêndice B apenas para ilustração, uma vez que o petróleo é analisado contemporaneamente neste modelo, não sendo, portanto, eficaz para verificar a existência do efeito *lead-lag* entre as variáveis. Deste modo, com intuito de analisar o efeito *lead-lag* entre as variáveis Petrobrás e o preço do petróleo, é que foi efetuado o VECM entre as respectivas variáveis, tendo em vista que há cointegração entre as mesmas, conforme já verificado no subitem 4.2.1.

Os resultados revelaram que há efeito *lead-lag* entre as variáveis, uma vez que os coeficientes do petróleo até a quarta defasagem mostraram ser significativos, segundo a tabela 23

do Apêndice B. A mesma tabela evidenciou que não há qualquer influência da Petrobrás sobre os movimentos do preço do petróleo.

#### 4.2.4 Resultado do modelo TSLS

A escolha da ordem do modelo, ou seja, o número de defasagens foi obtido pelo modelo que minimizou o critério de informação *Schwartzs Bayesian* – SBIC, conforme ilustrado no gráfico abaixo.

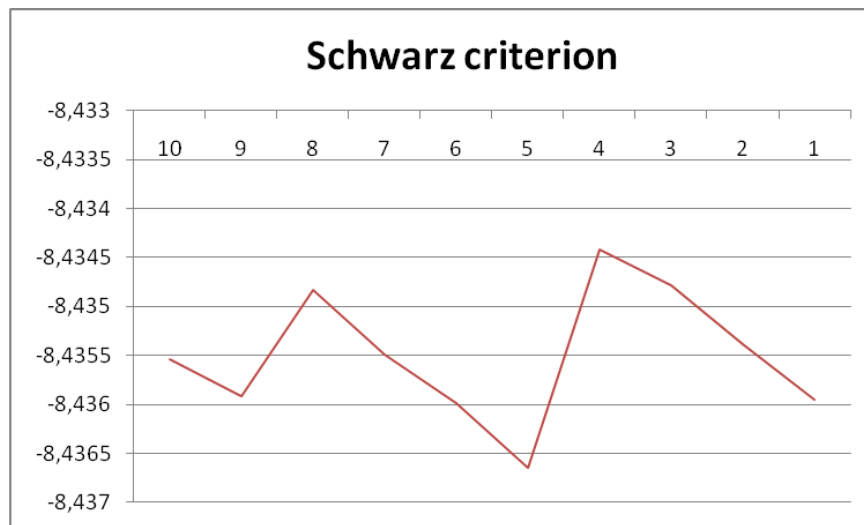


Gráfico 8: Critério de Informação *Schwartzs Bayesian*

No subitem 3.2.2 do capítulo de “Metodologia”, foi explicado o motivo de estimar a regressão (18) pelo TSLS. Os coeficientes obtidos estão expostos na tabela 24.

De acordo com a tabela 24, dos treze coeficientes estimados na regressão oito foram estatisticamente diferentes de zero.

Para estes estimadores, a hipótese nula foi rejeitada, ou seja, os estimadores tanto do preço do petróleo em nível, com uma, duas, três e cinco defasagens quanto do Ibovespa em nível, com uma e cinco defasagens foram estatisticamente significativos ao nível de significância de 5%.

Em relação ao preço do petróleo percebe-se que apenas o penúltimo *lag*,  $t-4$  não tem significância estatística.



Apesar de o coeficiente  $t-4$  do petróleo não ter sido significativo, pode-se inferir que todos os coeficientes do petróleo são significativos, pelo fato de em  $t-5$  haver resquícios de influência do petróleo nas ações da Petrobrás.

Nota-se que todos os coeficientes do petróleo foram positivos com exceção do retorno do petróleo em nível. O coeficiente de maior valor absoluto foi o obtido no momento  $t-1$ , com valor de 0,046344.

Tabela 24: Regressão TSLS. Dados intradiários

	Coefficiente	Erro Padrão	t-estatístico	Prob.
C	-2.97E-05	2.87E-	-1.0352	0.3006
DLOG(OIL)	-0.0330	0.0056	-5.8959	0.0000
DLOG(OIL(-1))	0.0463	0.0056	8.2601	0.0000
DLOG(OIL(-2))	0.0124	0.0056	2.2227	0.0262
DLOG(OIL(-3))	0.0150	0.0056	2.6864	0.0072
DLOG(OIL(-4))	0.0071	0.0056	1.2825	0.1997
DLOG(OIL(-5))	0.0213	0.0055	3.8224	0.0001
DLOG(IBOV)	0.6085	0.0107	5.6780	0.0000
DLOG(IBOV(-1))	-0.0657	0.0106	-6.1534	0.0000
DLOG(IBOV(-2))	-0.0008	0.0106	-0.0806	0.9357
DLOG(IBOV(-3))	-0.0170	0.0106	-1.6034	0.1089
DLOG(IBOV(-4))	-0.0140	0.0106	-1.3123	0.1894
DLOG(IBOV(-5))	-0.0502	0.0106	-4.7263	0.0000
F-estatístico	3.6191			
Prob(F-estatístico)	0.0000			

O coeficiente de regressão mede quanto que a variável dependente irá variar tendo a variável independente variado em uma unidade. Para fins de efeito *lead-lag*, os coeficientes indicam em que proporção cada movimento, em minutos anteriores, nos retornos do petróleo, reflete no nível do retorno das ações da Petrobrás. Então, se, por exemplo, há 10 minutos houve um aumento de 0,01% no valor do petróleo, este evento contribuirá para que a Petrobrás suba 0,0005% ( $0,01\% * 0,046344$ ) no presente momento.

Então, ao somar todos os estimadores em valores absoluto do retorno do petróleo, obteremos o quanto que o petróleo influencia o retorno das ações da Petrobrás.

Assim, o retorno contemporâneo do petróleo e os cinquenta minutos que o antecedem (5 *lags*) explicam aproximadamente 13,55% do retorno no momento  $t-0$  das ações preferenciais da Petrobrás, conforme é ilustrado no gráfico 9, que apresenta o valor dos estimadores acumulados.

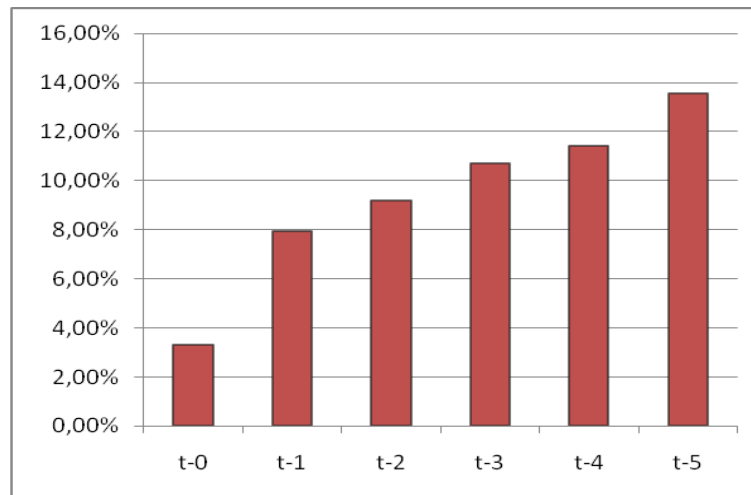


Gráfico 9: Coeficientes acumulados das defasagens do retorno do petróleo. TSLS

Quanto ao Ibovespa, apenas em três momentos os coeficientes se mostraram significativos, em  $t-0$ ,  $t-1$  e  $t-5$ . O coeficiente contemporâneo é o que possui maior influencia perante as ações da Petrobrás, com valor aproximado de 0.61. Este valor indica que apenas o retorno do Ibovespa no momento atual *explica* 60,85% do retorno da ação da Petrobrás no momento  $t-0$ .

Tendo em vista que o coeficiente em  $t-5$  é estatisticamente significativo, pode-se inferir que todos os coeficientes do Ibovespa são significativos.

Além do mais, pela estatística F, percebe-se que todos os coeficientes conjuntamente são estatisticamente significativos.

Estes resultados revelam que o retorno da Petrobrás pode ser explicado, em parte, pelos movimentos do petróleo e do Ibovespa em minutos anteriores.

Portanto, para efeitos de previsão, se no presente momento houver um retorno de 1% no retorno do petróleo, este movimento contribuirá para que daqui a dez minutos a Petrobrás se eleve em 4,65% deste valor, ou seja, aproximadamente 0,05%. Daqui a vinte minutos, esse retorno de 1% contribuirá para que a Petrobrás se eleve 1,245% deste valor, ou seja, 0,0125% e assim sucessivamente até os cinquenta minutos seguintes.

#### 4.2.4.1 Teste dos resíduos

Conforme mencionado no subitem 3.3 do capítulo de “Metodologia”, para que a regressão obtida pelo método TSLS seja válida, é necessário que determinadas premissas sejam satisfeitas. O Gráfico 10 ilustra a disposição dos resíduos da regressão pelo método TSLS.

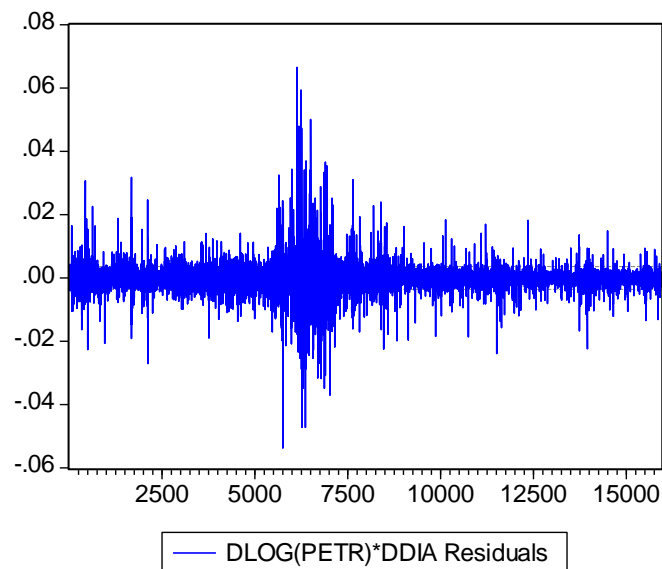


Gráfico 10: Resíduos da Regressão TSLS. Dados intradiários

##### 4.2.4.1.1 Teste de autocorrelação dos resíduos

A premissa pressupõe que não há autocorrelação entre os resíduos, ou seja, não há padrões sistemáticos seguidos pelos termos de erro. Portanto, a correlação entre quaisquer termo de erro é zero.

Salienta-se que o teste de DW é o teste de autocorrelação de primeira ordem, não podendo, assim, ser empregado para detectar esquemas autorregressivos de ordem mais elevada. (GUJARATI, 2006).

Gujarati (2006, p.376) ressalta que o teste *d* de *Durbin-Watson* - DW é o teste mais famoso para a detecção de correlação serial. No entanto, para o respectivo teste ser aplicado, a regressão deve possuir termo constante, os regressores devem ser não estocásticos e não haver variáveis

dependentes defasadas. Por este motivo, foi efetuado o teste de Breusch-Godfrey, conforme apresentado na tabela 25.

De acordo com a tabela 25, percebe-se que a hipótese nula de que não há autocorrelação dos resíduos foi rejeitada e, conseqüentemente, a regressão obtida pela metodologia TSLS apresenta autocorrelação nos resíduos.

Tabela 25: Teste de autocorrelação dos resíduos Breusch-Godfrey.  
Teste de Correlação Serial LM Breusch-Godfrey:

Obs*R-quadrado	146.2692	Probabilidade	0.000000
----------------	----------	---------------	----------

De acordo com Gujarati (2006, p.357), os estimadores na presença da autocorrelação são lineares, não tendenciosos, e assintoticamente distribuídos de modo normal, porém não são mais consistentes e nem apresentam variância mínima.

No mesmo sentido, Brooks (2008, p.149) destaca que as conseqüências da autocorrelação são semelhantes àquelas oriundas da heteroscedasticidade, ou seja, os estimadores são não viesados e ineficientes

#### 4.2.4.1.2 Teste de heteroscedasticidade dos resíduos

Um dos pressupostos do modelo clássico de regressão linear é a variância constante e finita do termo de erro, característica esta conhecida como homoscedasticidade. Assim, foi realizado o teste geral de White para detecção de possível heteroscedasticidade.

Gujarati (2006, p.318) ressalta que, caso ocorra a violação da premissa da homoscedasticidade, os estimadores obtidos continuarão sendo não tendenciosos e consistentes, porém não serão os estimadores de menor variância.

De acordo com a tabela 26, ao nível de significância de 5%, pode-se rejeitar a hipótese nula de que os resíduos são homoscedásticos.

Tabela 26: Teste de heteroscedasticidade de White para os resíduos da regressão pelo TSLS.

Teste Heteroscedasticidade de White:

Estatística-F	1387.482	Probabilidade	0.000000
Obs*R-quadrado	10778.92	Probabilidade	0.000000

Com intuito de averiguar o efeito ARCH nos resíduos foi realizado o teste de heteroscedasticidade de ARCH. Conforme pode ser observado na tabela 27, a nível de significância de 5%, rejeita-se a hipótese nula de que os resíduos não têm efeitos ARCH.

Tabela 27: Teste de heteroscedasticidade Arch para os resíduos da regressão pelo TSLS.

Teste ARCH:

Estatística-F	146.5037	Probabilidade	0.000000
Obs*R-quadrado	700.5506	Probabilidade	0.000000

Assim, como a variância no termo do erro muda ao longo do tempo, fenômeno conhecido como “ARCH” e foi constatada a presença de efeitos ARCH, deve-se aplicar a metodologia GARCH (BROOKS, 2008, p.133).

#### 4.2.4.1.3 Teste de normalidade dos resíduos

Uma das premissas que devem ser verificadas é a de que os erros seguem distribuição normal. Para verificar a normalidade dos resíduos foi efetuado o teste de *Jarque-Bera*.

Tendo em vista o valor do *p-value*, apresentado no gráfico 11, deve-se rejeitar a hipótese nula de que os resíduos são normalmente distribuídos, ao nível de significância de 5%.

No entanto, Brooks (2008, p.164) salienta que a violação da presunção da normalidade é virtualmente inconsequente para amostras suficientemente grandes, conforme descrito no subitem 4.1.1.1.1 deste capítulo.

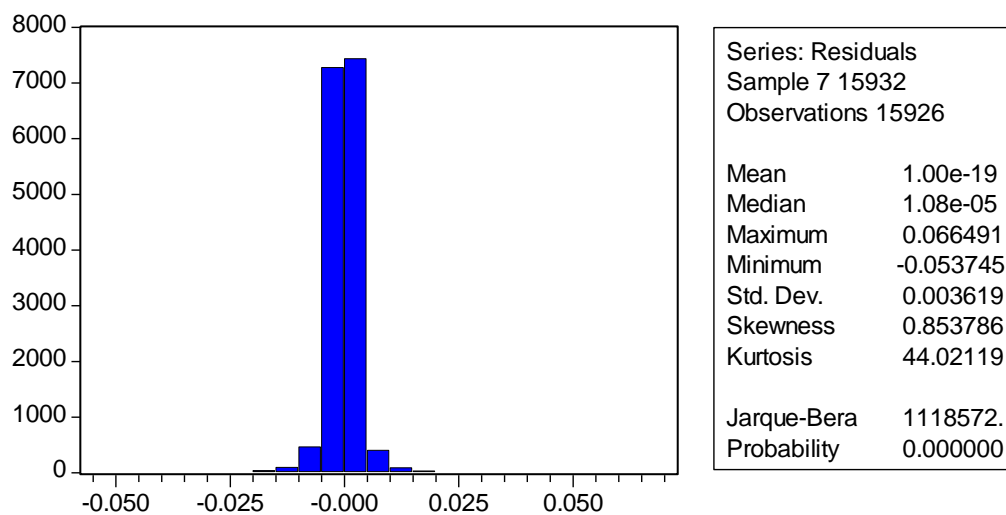


Gráfico 11: Teste de normalidade *Jarque-Bera*. Dados intradiários

#### 4.2.5 Resultado do modelo GARCH

Como foi verificada heteroscedasticidade nos resíduos da regressão por TSLS, foi realizada outra regressão pela metodologia GARCH. Igualmente a metodologia TSLS, o método GARCH foi utilizado com a finalidade de verificar o grau de influência das variáveis defasadas do petróleo sobre os retornos das ações da Petrobrás.

De acordo com os resultados apresentados na tabela 28, à exceção do tempo  $t-4$ , todas as demais defasagens da variável petróleo apresentaram-se estatisticamente significativas. Como o período posterior ao  $t-4$  foi significativo, pode-se considerar que este também seja significativo.

Quanto à variável petróleo, percebe-se que todos os coeficientes foram positivos, ao contrário dos resultados obtidos pelo TSLS, que se apresentou negativo no tempo  $t$ .

Tabela 28: Regressão GARCH (1,1). Dados intradiários

	Coefficiente	Erro Padrão	z-estatístico	Prob.
C	-4.81E-05	1.59E-05	-3.0290	0.0025
DLOG(OIL)	0.0049	0.0016	3.0209	0.0025
DLOG(OIL(-1))	0.0253	0.0028	8.8873	0.0000
DLOG(OIL(-2))	0.0114	0.0038	2.9431	0.0032
DLOG(OIL(-3))	0.0106	0.0035	3.0231	0.0025
DLOG(OIL(-4))	0.0033	0.0039	0.8522	0.3941
DLOG(OIL(-5))	0.0118	0.0031	3.7105	0.0002
DLOG(IBOV)	0.4236	0.0019	2.2279	0.0000
DLOG(IBOV(-1))	0.0180	0.0052	3.4178	0.0006
DLOG(IBOV(-2))	-0.0027	0.0057	-0.4826	0.6294
DLOG(IBOV(-3))	0.0026	0.0065	0.4034	0.6866
DLOG(IBOV(-4))	0.0033	0.0063	0.5311	0.5953
DLOG(IBOV(-5))	-0.0007	0.0062	-0.1160	0.9076
Equação Variância				
C	4.16E-07	1.12E-08	3.7275	0.0000
RESID(-1)^2	0.2513	0.0047	5.2577	0.0000
GARCH(-1)	0.7484	0.0036	2.0458	0.0000
F-estatístico				381.6238
Prob(F-estatístico)				0.000000

A soma dos estimadores do petróleo tem o valor aproximado de 0,07. Este valor representa que os retornos do petróleo dos últimos 50 minutos explicam 7% do retorno das ações da Petrobrás no momento atual.

O gráfico 12 apresenta os coeficientes acumulados defasados do petróleo.

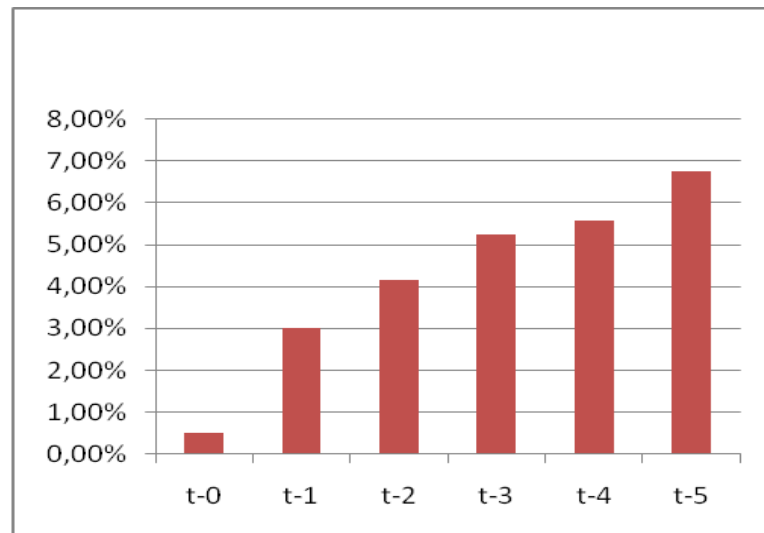


Gráfico 12: Coeficientes acumulados das defasagens do retorno do petróleo. GARCH (1,1)

Em relação à variável Ibovespa, apenas os coeficientes em  $t-0$  e em  $t-1$  podem ser considerados significativos ao nível de significância de 5%.

Pela estatística F, pode-se inferir que todos os coeficientes conjuntamente são significativos.

#### 4.2.6 Previsibilidade dos Retornos

A fim de verificar a robustez, bem como o grau de previsibilidade dos modelos, foram realizadas simulações, utilizando-se, para tanto, os parâmetros obtidos por meio dos modelos TSLS e GARCH.

Os seguintes passos foram seguidos para realizar as simulações:

- Multiplicou-se o parâmetro obtido no respectivo modelo pelo retorno a que se referia. Por exemplo, no modelo TSLS, os parâmetros da defasagem correspondente ao período  $t-1$  (10 minutos anteriores) são 0,046344 e -0,06571, para os regressores “retorno do petróleo” e “retorno do Ibovespa”, respectivamente. Estes parâmetros foram multiplicados pelos respectivos retornos reais com defasagem de um período. Isso foi feito em relação a todos os parâmetros.

- Somaram-se todos os produtos entre parâmetro e respectivo retorno. Este resultado, se positivo, indica, em tese, que haverá elevação no valor da ação na próxima cotação disponível de dez minutos. Se negativo, o valor da ação deverá baixar.
- Os resultados dos retornos obtidos por meio dos modelos foram comparados com os retornos reais.
- Em seguida, comparou-se o número de vezes em que o modelo previu retornos positivos e *ocorreram* retornos positivos na cotação dos próximos 10 minutos com o número de vezes em que o modelo previu retornos positivos e *não ocorreram* retornos positivos. Salienta-se que o mesmo foi efetuado para os retornos negativos.

Para a realização da análise, utilizou-se uma amostra de 15.926 observações. Pelo modelo TSLS, houve 8.156 previsões de alta e 7.770 de baixa, enquanto pelo modelo GARCH, as previsões foram de 8.144 e 7.782, para altas e quedas, respectivamente.

Os resultados comprovaram que, por meio de ambos os modelos, é possível prever, com antecedência, a elevação do preço da ação da Petrobrás com base na variação do preço do petróleo.

Pelo modelo TSLS, em 52,65% (4.294 vezes) do total das vezes que o modelo previu elevação dos preços, os retornos foram positivos e 47,35% (3.862 vezes) das vezes foram negativos. Já para previsão de baixa, o modelo acertou 50,55% (3.943 vezes) e errou 49,25% (3.827 vezes)

No caso do modelo GARCH, os acertos para previsões de alta representaram 52,83% (4.303 vezes) e os erros, 47,17% (3.841 vezes). Já quando o modelo previu diminuição dos preços, acertou 50,53% (3.932 vezes) e errou 49,47% (3.850 vezes). Ao todo o modelo GARCH acertou 51,71% e errou 48,29%.

#### **4.2.7 Possibilidade de Ganhos Considerando os Custos de Transação**

Embora o número de acertos na previsibilidade, em ambos os modelos, tenha sido superior ao número de previsões erradas, é importante considerar o custo de transação.

A fim de calcular a possibilidade de ganho financeiro considerando o custo de transação, foram realizados cálculos com base no valor médio da ação da Petrobrás no período analisado,



qual seja, R\$ 35,14. Como dito anteriormente, os custos variáveis de compra e venda de ações nas negociações *intra-day* totalizam 0,05% (0,019% referentes à taxa de liquidação e 0,006% referentes a emolumentos, cobrados na compra e na venda). Assim, uma negociação só daria resultado positivo caso o retorno fosse superior a 0,05% do valor da aquisição. Considerando o valor médio da ação, apenas elevações superiores, aproximadamente R\$ 0,018 nos preços das ações, permitiriam um ganho financeiro.

Como os resultados dos dois modelos foram muito próximos, optou-se por simular os custos de transação com os resultados do modelo TSLS. Assim, admitindo-se que se fizesse compra e venda de 10.000 ações de Petrobrás nas 8.156 vezes que o modelo previu alta, haveria um ganho total de R\$ 2.300.356,15 nos 4.294 acertos e uma perda de R\$ 3.315.894,98 nos 3.862 erros de previsão totalizando uma perda de R\$ 1.015.583,83 (Apêndice B, tabelas 36 e 37).

Dessa forma, embora os modelos possam prever com o número de acertos maior que o de erros, possíveis ganhos financeiros tornam-se inviáveis em função dos custos de transação. Consequentemente, não se pode afirmar que a HME foi violada.

## 5. CONCLUSÕES

O objetivo desta pesquisa foi verificar a existência da relação entre o preço internacional do barril do petróleo e o valor das ações preferenciais da Petrobrás. Esse objetivo foi dividido em duas partes. A primeira investigou a relação contemporânea entre o preço internacional do petróleo e as ações da Petrobrás com dados mensais. A segunda testou a existência do efeito *lead-lag* entre ambas as variáveis com dados intradiários. Este objetivo foi examinado por meio da utilização de diversos testes econométricos.

Em relação à primeira hipótese, verificou-se uma forte relação contemporânea entre as variáveis do petróleo e da Petrobrás. Todos os coeficientes do petróleo nas quatro metodologias econométricas empregadas: TSLS, máxima verossimilhança, consistente com a heteroscedasticidade de White e GARCH, mostraram-se significativos e com valores muito semelhantes. Cabe ressaltar o elevado coeficiente de determinação, obtido em todas as técnicas econométricas, demonstrando quanto o modelo utilizado para averiguar tal relação foi bem sucedido.

Após averiguar a relação entre o petróleo e as ações da Petrobrás, foi verificado o efeito *lead-lag* entre as já mencionadas variáveis, por meio dos dados intradiários de dez minutos.

Conforme já constatado na primeira hipótese, a forte relação entre os dois ativos foi corroborada pela identificação de cointegração entre estas séries não estacionárias de primeira ordem, composta pelo petróleo e pelas ações da Petrobrás em nível.

Posteriormente ao teste de cointegração, foi realizado o teste de Causalidade de Granger, a fim de averiguar se a série temporal de valores do retorno do petróleo causa o retorno das ações da Petrobrás. O teste detectou causalidade unidirecional do petróleo para com a Petrobrás. Assim, os valores passados do retorno do petróleo contêm informações úteis para prever os retornos das ações da Petrobrás.

Com o intuito de verificar o efeito *lead-lag* e, conseqüentemente, a intensidade com que os coeficientes dos períodos defasados do petróleo explicam as ações da Petrobrás no momento contemporâneo, é que foram utilizadas as seguintes metodologias: VECM, TSL e GARCH.

O VECM revelou serem significativas as quatro primeiras defasagens do petróleo, ou seja, os quarenta primeiros minutos defasados do petróleo afetam contemporaneamente os retornos da Petrobrás. Salienta-se que as defasagens da Petrobrás não se mostraram significativas para os retornos do petróleo.

As regressões pela metodologia TSLS e GARCH apresentaram coeficientes significativos para as defasagens do petróleo.

Com base nos resultados alcançados, foi possível verificar a existência do efeito *lead-lag* e, desta forma, fazer alguma previsão quanto ao retorno das ações da Petrobrás com base nas informações sobre a movimentação do petróleo.

Assim, entre outros fatores, a possibilidade de os usuários dos mercados serem distintos e o fato dos mercados mais desenvolvidos incorporarem a informação em seus preços de forma mais rápida e eficiente do que os mercados localizados em países em desenvolvimento podem ter contribuído para o efeito *lead-lag*.

Apesar da constatação da possibilidade de retornos anormais com base no efeito *lead-lag*, o alto custo de transação inviabilizou os ganhos oriundos da negociação. Assim, apesar da possibilidade de previsão, em parte, do movimento das ações preferenciais da Petrobrás com base nos movimentos do preço do petróleo, não se pode afirmar que a HME foi violada uma vez que os custos transacionais não possibilitaram ganhos anormais (JENSEN, 1978 e FAMA, 1991).

Os resultados obtidos na presente dissertação foram inéditos, uma vez que foi demonstrada empiricamente, pela primeira vez na literatura, uma relação econômica entre as

variáveis preço do petróleo e as ações da Petrobrás ao utilizar dados mensais em um período de longo prazo de aproximadamente quinze anos e uma relação de curto prazo entre ambas as variáveis ao utilizar dados intradiários em um período aproximado de dois anos. Assim, este trabalho é uma contribuição importante para as demais pesquisas que venham a se utilizar da hipótese do mercado eficiente, mercado de petróleo e mercado acionário brasileiro.

## REFERÊNCIAS

AL-FAYOUMI, N. A. Oil Prices and Stock Market Returns in Oil Importing Countries: The Case of Turkey, Tunisia and Jordan. **European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences**, 2009.

ANDREZO, A. F.; LIMA, I. S. **Mercado Financeiro: aspectos históricos e conceituais**. 2.ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

AURORI, M.H.; FOUQUAU, J.; On the short-term influence of oil price changes on stock markets in GCC countries: linear and nonlinear analyses. **Economics Bulletin**, v. 29, n. 2, p.806-815, 2009.

\_\_\_\_\_; JAWADI, F.; Short and long-term links between oil prices and stock markets in Europe, **Economics Bulletin**, v. 30, n.1, p. 817-828, 2010.

\_\_\_\_\_; RAULT, C. On the Influence of Oil Prices on Stock Markets: Evidence from Panel Analysis in GCC Countries. CESifo Working Paper Series N. 2690. Category 10: **Energy and Climate Economics**, 2009.

BEKAERT, G.; HARVEY, C. Foreign speculators and emerging equity markets. **Journal of Finance**, n. 55, p. 565-613, 2000

BEKIROU, S. D.; DIKS, C. G. H. The relationship between crude oil spot and futures prices: Cointegration, linear and nonlinear causality. **Journal Energy Economics**, 2008.

BMF&BOVESPA. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br>>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2010.

BOLLERSLEV, T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. **Journal of Econometrics**. v. 31, n. 3, p. 307-327, 1986.

BOVESPA. **Índice Bovespa**. Composição carteira do Índice. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/indices/ResumoIndice.aspx?Indice=Ibovespa&Opcao=0&idoma=pt-br>>. Acesso em: 23 de março de 2010.

BOYER, M.M.; FILION, D. Common and Fundamental Factors in Stock Returns of Canadian oil and Gas Companies **Energy Economics**, v. 29, n. 3, 428-53. 2007.

BROAD, L. O. **Relatório Especial da Agora Corretora do quarto trimestre, 2009**. Disponível em <<https://www.agorainvest.com.br/>>. Acesso em: 10 de março de 2010.

BROOKS, C. **Introductory Econometrics for Finance**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

\_\_\_\_\_. **Introductory Econometrics for Finance**. 2.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.

\_\_\_\_\_; REW, A. G.; RITSON, S. A trading strategy based on the lead-lag relationship between the spot index and futures contract for the FTSE 10. **International Journal of Forecasting**, v.17, p. 31-44, 2001.

BROWN, S. J.; WARNER, J. B. Using Daily Stocks Returns: The case of Events Studies. **Journal of Financial Economics**, v.14, 1985.

BRUNI, A. L. **Globalização financeira, eficiência informacional e custo de capital: uma análise das emissões de ADR's brasileiros no período de 1992-2001**. São Paulo, 2002. Tese (Doutorado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Departamento de Administração, Universidade de São Paulo.

\_\_\_\_\_; FAMÁ, R. Eficiência, previsibilidade dos preços e anomalias em mercados de capitais: teoria e evidências. **Caderno de Pesquisas em Administração**. São Paulo: PPGA/FEA/USP, v. 1, n. 7, p. 71-85, 2ºTrim. 1998.

CAMARGOS, M. A.; GOMES, G. D.; BARBOSA, F. V. Integração de Mercados e Arbitragem com Títulos Transfronteiriços: ADRS – American Depositary Receipts. **Caderno de Pesquisa em Administração**. São Paulo, v. 10, n. 2, 2003.

CHAN, K. A further analysis of the lead-lag relationship between the cash market and stock index futures market. **Review of Financial Studies**, v.5, n.1, p.123-152, 1992.

CHEN, S. S. Do higher oil prices push the stock market into bear territory? **Energy Economics**, v. 32, n.2, p. 490-495, 2010.

CHOI, F. D. S.; MUELLER, G. G. **International Accounting**. New Jersey: Prentice-Hall, 1992.

COHEN, B. Phonex Risen: The Resurrection of Global Finance. **World Politics**, n. 48, p. 268-96, 1996.

COSTA JUNIOR, N.C.A.; LEAL, R.P.C. MERCOSUL e a Globalização dos Mercados de Capitais: Testes de Causalidade. **Revista de Administração**, v. 32, 1997.

\_\_\_\_\_; LEAL, R.P.C. A integração entre as Bolsas de Valores de Buenos Aires e de São Paulo. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 2, 1998.

COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS (CVM). Demonstrações Financeiras Padronizadas – DFP, 2008. **Relatório de Administração**. Disponível em: <<http://www.cvm.gov.br>>. Acesso em 14 de agosto de 2008.

CUNHA, M. S. Raiz **Unitária e Co-integração**: Três Aplicações. Disponível em <http://www.unb.br/face/eco/textos/cointegracao.pdf>. Acesso em 20 de setembro de 2010

DAMODARAN, A. **Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para determinação do valor de qualquer ativo**. 1. ed., 2ª reimpressão. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

DE MEDEIROS, O. R.; OLIVEIRA, G. R.; VAN DOORNIK, B. F. N. **Testing for Lead-Lag Effects Between the American and the Brazilian Stock Markets**. Rochester, NY, USA: Social Science Electronic Publishing, Inc, 2009. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=1365322>>. Acesso em 12 de fevereiro de 2010.

EIA - ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. **History of Energy in the United States: 1635-2000**. Disponível em <<http://www.eia.doe.gov/>>. Acesso em 14 de fevereiro de 2010.

EIA - ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. **Petroleum. WTI e Brent**. Disponível em: <<http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=RWTC&f=D>>. Acesso em: 12 de março de 2010.

ENGLE, R. F. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. **Econométrica**, 50, p. 987-1007, 1982.

\_\_\_\_\_; GRANGER, C. W. J. *Cointegration and Error Correlation: Representation, Estimation and Testing*. **Econométrica**, v. 55, p. 251–276, 1987.

FABOZZI, F.; MODIGLIANI, F. **Capital Markets: institutions and instruments**. 2.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1996.

FAMA, E. F. Efficient Capital Markets: a review of theory and empirical work. **The Journal of Finance**, v. 25, n. 2, p. 383-417, May, 1970.

\_\_\_\_\_. Efficient Capital Markets: II. **The Journal of Finance**, v. 46, n. 5, December, 1991.

FORTI, C. A. B.; PEIXOTO, F. M.; SANTIAGO, W. P. Hipótese da eficiência de mercado: Um estudo Exploratório no Mercado de Capitais Brasileiro. **Semead**, v. 25, n 75, p. 45–56, 2009.

FRINO, A.; WEST, A.; The Lead–Lag Relationship Between Stock Indices and Stock Index Futures Contracts: Further Australian Evidence. **Abacus**, v. 35, p.333–341, 1999.

GOGINENI, S. Oil and the stock market: An industry level analysis. **Working paper**, University of Oklahoma, 2009.

GONÇALVES, R. P.; GODOY, C. R. O Valor da Empresa e Informação Contábil: Um estudo nas empresas petrolíferas listadas na NYSE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 4, 2007, Campinas. **Anais...** Campinas [s.n.]

GRÔPPO, G. S.; AMARAL, H. F.; BERTUCCI, L. A. Integração de Mercados: Bovespa, Merval e Dow Jones. . In: ENCONTRO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 25, 2001. **Anais...** [S.L.] [s.n.]

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica**, 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

HAMMOUDEH, S.; CHOI, K. Behavior of GCC Stock Markets and Impacts of US Oil and Financial Markets, **Research in International Business and Finance**, v. 20, n. 1, p. 22-44, 2006..

\_\_\_\_\_; ALEISA, E.; Dynamic relationship among GCC stock markets and NYMEX oil futures. **Contemporary Economic Policy**, v. 22, p.250–269, 2004.

HARRIS, R. I. D. **Using Cointegration Analysis in Econometric Modeling**. London,1995.

HELLEINER, E. From Bretton Woods to Global Finance: A World Turned Upside Down. In: STUBBS, R.; R. D., G. (Ed.). **Political Economy and the Changing Global Order**. Underhill, New York: St. Martin's Press, 1994.

HENDRIKSEN, E. S.; BREDAS, M. F. V. **Teoria da Contabilidade**. São Paulo: Atlas, 1999.

HSIAO, C. Statistical Properties of the Two-Stage Least Squares Estimator Under Cointegration. **Review of Economic Studies**, v.64, n. 3, 1997.

HUANG, R. D.; MASULIS, R. W.; STOLL, H. R. “Energy shocks and financial markets,” **Journal of Futures Markets**, v. 6, n. 1, p. 1-27, 1996. Disponível em: SSRN: <http://ssrn.com/abstract=900741>. Acesso em: 6 de julho de 2010.

IUDICIBUS, S. **Teoria da Contabilidade**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

JENSEN, M. C. Some Anomalous Evidence Regarding Market Efficiency. **Journal of Financial Economics**, v. 6, p. 95-101, 1978.

JOHANSEN, S. Statistical Analysis of Cointegrating Vectors. **Journal of economic dynamics and control**, p.231-254, 1988.

JOHANSEN, S.; JUSELIUS, K. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with application to the demand for money. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v.52, p.169-210, 1990.

JONES, C.M.; KAUL, G. Oil and the Stock Markets. **Journal of Finance**, v.51, n.2, p.463-491,1996.

KANAS, A.; KOURETAS, G. P. A cointegration approach to the lead-lag effect among size-sorted equity portfolios. **International Review of Economics & Finance**, v. 12, n.2, p. 181-201, 2005.

KILIAN, L.; PARK, C. The Impact of Oil Price Shocks on the U.S. Stock Market, Financial Economics, **Centre for Economic Policy Research - CEPR**, Discussion Paper N. 6166. Disponível em: <[www.cepr.org/pubs/dps/DP6166.asp](http://www.cepr.org/pubs/dps/DP6166.asp)>. Acesso em: 2007.

KING, T. E.; LEMBKE, V. C.; SMITH, J. H. *Financial Accounting: A Decision-Making Approach*. [S.L.]: John Wiley & Sons, 1997.

KOOP, Gary. **Analysis of Financial Data**. Chichester: John Wiley & Sons, 2006.

LACERDA, A. C. **Globalização e investimento estrangeiro no Brasil**. São Paulo: Saraiva, 2004.

LEAL, R. P. C.; SILVA, G. P. O MERCOSUL e a Integração Regional dos Mercados Acionários Argentino e Brasileiro. **Revista de Administração de Empresa – RAE**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 37- 45 Out./Dez. 1998.

LIMA, G. S. F.; LIMA, I. S.; FÁVERO, L. P. L.; GALDI, F. C. Influência do disclosure voluntário no custo de capital de terceiros. In: CONGRESSO USP de CONTROLADORIA e CONTABILIDADE, 7., 2007, São Paulo.

LIMA, M. E. **Dupla negociação e Arbitragem entre Ações e ADRs de Empresas brasileiras: Uma Análise Empírica**. Brasília, 2005. (Mestrado em Ciências Contábeis). Programa Multiinstitucional e Inter-Regional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Universidade de Brasília.

LINTNER, J. The Valuation of Risk Asset and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. **The Review of Economics and Statistics**, v. 47, n.1, p. 13-37, 1965.

MAGHYEREH, A.; AL-KANDARI, A. Oil prices and stock markets in GCC countries: new evidence from nonlinear cointegration analysis. **Journal of Managerial Finance**, v. 33, n.7, p.449-460, 2007.

MARTINS, E.; LOPES, A. B.; **Teoria da Contabilidade: Uma nova abordagem**. São Paulo: Atlas, 2005.

MATOS, N. R. **Análise de Investimento do Banco do Brasil**. Resultado do terceiro trimestre de 2009. Disponível em: <<http://www.bb.com.br>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2010.

NASCIMENTO, I. A. **Análise do Comportamento das Ações das Empresas Integradas de Petróleo**. Rio Grande do Norte, UFRGN, 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Programa Multiinstitucional e Inter-Regional de Pós-graduação em Ciências Contábeis, Universidade de Brasília.

NETO, F. A. F. **Globalização Financeira e Restrições ao Crescimento: A Economia Brasileira a partir da Década de Noventa**. Brasília, 2004. Dissertação (Mestrado em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade de Brasília.



NIYAMA, J. K.; DANTAS, J. A.; ZENDERSKY, H. C. **A Dualidade entre os Benefícios do Disclosure e a Relutância das Organizações em Aumentar o Grau de Evidenciação.** Disponível em: <http://www4.bcb.gov.br>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2010

NUNES, S. F. **Estudo da integração entre os mercados através de índices de ações.** Santa Catarina, 2002. Dissertação (Mestrado em Economia) - Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Santa Catarina.

OLIVEIRA, G. R. **Testando a Existência de Efeito *Lead-Lag* entre os Mercados Acionários Norte-Americano e o Brasileiro.** Brasília, 2008. Dissertação (Mestrado em Administração). FACE/PPGA, Universidade de Brasília.

OLIVEIRA, G. R.; DE MEDEIROS, O. R. Testando a Existência de Efeito Lead-Lag Entre os Mercados Acionários Norte-Americano e Brasileiro. *BBR – Brazilian Business Review*, v. 06, p.1-21, 2009.

OPEC - Organization of the Petroleum Exporting Countries; *Annual Statistical Bulletin*, 2008. Disponível em: <<http://www.opec.org>>. Acessado em 12 de fevereiro de 2010.

OPEC - Organization of the Petroleum Exporting Countries; *Basic Oil Industry Information*. Austria, Viena: Public Information Department of OPEC, 1983.

PAPAPETROU, E.; Oil Price Shocks, Stock Market, Economic Activity and Employment in Greece, *Energy Economics*, v. 23, p. 511-32, 2001.

PETROBRÁS. Relações com Investidor. Informações Financeiras. Submetidas a CVM. RMF 2009. 3º trimestre de 2009 – Atualizado em 13/11/2009. Disponível em <[http://www2.petrobras.com.br/ri/spic/bco\\_arq/RMF3T09-BrGAAP-Port.pdf](http://www2.petrobras.com.br/ri/spic/bco_arq/RMF3T09-BrGAAP-Port.pdf)>. Acesso em: 14 de março de 2010.

PETROBRÁS. Relações com Investidor. Consenso do mercado. Analistas que cobrem a Petrobrás. Disponível em <<http://www.petrobras.com.br/pt/investidores/>>. Acesso em: 14 de março de 2010.

PEREIRA, A. F. O. A. **Causalidade e cointegração no mercado de capitais da América Latina.** Santa Catarina, 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina..

QIAO, Z.; YUMING, L.; WONG, W. K. Policy change and lead-lag relations among China's segmented stock markets. *Journal of Multinational Financial Management*, v. 18, n.3, p. 276-289, 2008.

RABELO JUNIOR, T. S.; IKEDA, R. H. Mercados Eficientes e Arbitragem: Um estudo sob o enfoque das finanças comportamentais. *Revista Contabilidade e Finanças*, n. 34, janeiro/abril, São Paulo, 2004.

REGO, J.; MARQUES, R.; **Economia Brasileira**, 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

ROSS, S. A; WESTERFIELD, R. W; JAFFE, J. F; **Administração Financeira, Corporate Finance**, São Paulo: Atlas, 2008.

RODRIGUES, E. L. **Segmentação, Fragmentação e Composição de Ordens no mercado de capitais brasileiros**: os efeitos da listagem de ações de empresas brasileiras no mercado norte-americano através de recibos de ações. Rio de Janeiro, 1999. Tese (Doutorado em Administração) – Instituto de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ROBERTS, H. **Statistical versus clinical prediction of the stock market**. Unpublished Work presented in the Conference of Securities Price Analysis, Chicago, May 1967.

SADORSKY, P. Oil Price Shocks and Stock Market Activity. **Energy Economics**, v. 21, p. 449-469, 1999.

SARTORIS, A. **Estatística e Introdução à Econometria**. São Paulo: Saraiva, 2007.

SCHROEDER, R. G.; CLARK, M. W.; CATHEY, J. M. **Financial Accounting Theory and Analysis: Text Readings and Cases**. 8.ed. John Wiley & Sons, 2005.

SCHURR, S. H.; NETSCHERT, B. C.; **Energy in the American economy, 1850 – 1975**. United States of America: The Johns Hopkins Press, 1960.

SHAH, Sonia. **A História do Petróleo: Entenda como e por que o petróleo dominou o mundo**. 1 ed. Porto Alegre, RS: L&PM, 2007.

SHARPE, W. F. Capital Asset Prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. **The Journal of Finance**, v. 19, Issue 3, p. 425-442, Sep., 1964.

SHARPE, W. F.; BRITO, N. O. Mercados de capitais eficientes: preços em equilíbrio sob condições de risco. **Revista Brasileira de Mercado de Capitais**, Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais, v. 1, n. 2, p. 275-287, maio-ago. 1975.

SOUZA, F. R. **Impacto do Preço do Petróleo na Política Energética Mundial**. Rio de Janeiro, 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) - Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

TSE, Y. K.; Lead-lag relationship between spot index and futures price of the nikkei stock average. **Journal of Forecasting**, v.14, p. 553–563, 1995.

VAN DOORNIK, B. F. N. **Modelagem Econométrico-Financeira de uma empresa baseada em vetores auto-regressivos: uma aplicação à Petrobrás S.A.** Brasília, 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - FACE/PPGA, Universidade de Brasília.

WALLIMAN, N. **Your Research Project: a step-by-step guide for the first-time researcher.** SAGE Publications, 2008.

WATTS, R.; L., ZIMMERMAN, J. L. **Positive Accounting Theory.** New Jersey: Prentice-Hall International, 1986.

WATSHAM, T, R.; PARRAMORE, K. **Quantitative Methods in Finance.** London: Thomson, 2007.

WILLIAMSON, H. F.; ANDREANO, R. L.; MENEZES, C. Output, Employment, and Productivity in the United States after 1800. In: BRADY, D. S.(Ed.). 1966. Volume: ISBN: 0-870-14186-4.

YERGIN, D. **O Petróleo: Uma História de Ganância, Dinheiro e Poder.** 1 ed. São Paulo: Scritta, 1992.

## **APÊNDICE A: Resultados das regressões da Hipótese – H1**

Tabela 29: Regressão TSLS. Autêntico

Dependent Variable: DLOG(PETR)

Method: Two-Stage Least Squares

Date: 07/23/10 Time: 11:24

Sample (adjusted): 1995M02 2010M02

Included observations: 181 after adjustments

Instrument list: DLOG(DJI) DLOG(OIL)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.002201	0.005647	0.389810	0.6971
DLOG(OIL)	0.191262	0.061531	3.108407	0.0022
DLOG(IBOV)	1.126226	0.086694	12.99076	0.0000
R-squared	0.699102	Mean dependent var		0.022222
Adjusted R-squared	0.695721	S.D. dependent var		0.132550
S.E. of regression	0.073116	Sum squared resid		0.951586
F-statistic	90.58191	Durbin-Watson stat		2.168586
Prob(F-statistic)	0.000000			

Tabela 30: Regressão Máxima Verossimilhança. Autêntico

System: SYS01\_OIL\_ML

Estimation Method: Full Information Maximum Likelihood (Marquardt)

Date: 07/23/10 Time: 11:19

Sample: 1995M02 2010M02

Included observations: 181

Total system (balanced) observations 362

Convergence achieved after 13 iterations

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(1)	0.002202	0.006013	0.366219	0.7142
C(2)	0.191256	0.047224	4.049995	0.0001
C(3)	1.126217	0.083066	13.55813	0.0000
C(4)	0.003870	0.004771	0.811129	0.4173
C(5)	0.898100	0.249379	3.601348	0.0003
C(6)	0.311356	0.148255	2.100130	0.0357

Log Likelihood -1644.446

Determinant residual covariance 1.26E-05

Equation:  $DLOG(PETR) = C(1) + C(2)*DLOG(OIL) + C(3)*DLOG(IBOV)$ 

Observations: 181

R-squared	0.699102	Mean dependent var	0.022222
Adjusted R-squared	0.695722	S.D. dependent var	0.132550
S.E. of regression	0.073116	Sum squared resid	0.951585
Durbin-Watson stat	2.168589		

Equation:  $DLOG(IBOV) = C(4) + C(5)*DLOG(DJI) + C(6)*DLOG(PETR)$ 

Observations: 181

R-squared	0.691774	Mean dependent var	0.015691
Adjusted R-squared	0.688311	S.D. dependent var	0.098284
S.E. of regression	0.054871	Sum squared resid	0.535928
Durbin-Watson stat	1.958985		

Tabela 31: Regressão TSLS consistente com a heteroscedasticidade de White. Autêntico

Dependent Variable: DLOG(PETR)  
 Method: Two-Stage Least Squares  
 Date: 07/23/10 Time: 11:37  
 Sample (adjusted): 1995M02 2010M02  
 Included observations: 181 after adjustments  
 White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance  
 $DLOG(PETR) = C(1) + C(2)*DLOG(OIL) + C(3)*DLOG(IBOV)$   
 Instrument list: DLOG(DJI) DLOG(OIL)

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.002201	0.005864	0.375382	0.7078
C(2)	0.191262	0.090248	2.119291	0.0355
C(3)	1.126226	0.111894	10.06515	0.0000
R-squared	0.699102	Mean dependent var		0.022222
Adjusted R-squared	0.695721	S.D. dependent var		0.132550
S.E. of regression	0.073116	Sum squared resid		0.951586
Durbin-Watson stat	2.168586			

Tabela 32: Regressão GARCH (1,1). Autêntico

Dependent Variable: DLOG(PETR)  
 Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution  
 Date: 07/23/10 Time: 15:09  
 Sample (adjusted): 1995M02 2010M02  
 Included observations: 181 after adjustments  
 Convergence achieved after 23 iterations  
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)  
 $GARCH = C(4) + C(5)*RESID(-1)^2 + C(6)*GARCH(-1)$

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-0.001357	0.004809	-0.282146	0.7778
DLOG(OIL)	0.178348	0.051432	3.467634	0.0005
DLOG(IBOV)	1.129297	0.039616	28.50639	0.0000
Variance Equation				
C	0.000684	0.000517	1.322485	0.1860
RESID(-1)^2	0.174068	0.106148	1.639862	0.1010
GARCH(-1)	0.690371	0.168901	4.087428	0.0000
R-squared	0.698201	Mean dependent var		0.022222
Adjusted R-squared	0.689579	S.D. dependent var		0.132550
S.E. of regression	0.073851	Akaike info criterion		-2.426124
Sum squared resid	0.954435	Schwarz criterion		-2.320096
Log likelihood	225.5642	Hannan-Quinn criter.		-2.383138

F-statistic                    80.97139    Durbin-Watson stat            2.158228  
 Prob(F-statistic)            0.000000

Tabela 33: Regressão GARCH (0,1). Autêntico

Dependent Variable: DLOG(PETR)  
 Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution  
 Date: 07/23/10 Time: 16:32  
 Sample (adjusted): 1995M02 2010M02  
 Included observations: 181 after adjustments  
 Convergence achieved after 87 iterations  
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)  
 GARCH = C(4) + C(5)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.002584	0.005368	0.481457	0.6302
DLOG(OIL)	0.195356	0.043827	4.457425	0.0000
DLOG(IBOV)	1.113117	0.035578	31.28706	0.0000
Variance Equation				
C	0.001741	0.001451	1.200399	0.2300
GARCH(-1)	0.650903	0.287578	2.263391	0.0236
R-squared	0.699219	Mean dependent var		0.022222
Adjusted R-squared	0.692383	S.D. dependent var		0.132550
S.E. of regression	0.073516	Akaike info criterion		-2.379335
Sum squared resid	0.951217	Schwarz criterion		-2.290979
Log likelihood	220.3298	Hannan-Quinn criter.		-2.343513
F-statistic	102.2858	Durbin-Watson stat		2.174626
Prob(F-statistic)	0.000000			

## APÊNDICE B: Resultados das regressões da hipótese - H2

Tabela 17: Teste de raiz unitária do preço da ação da Petrobrás

Null Hypothesis: LOG(PETR) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=39)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.912.524	0.3268
Test critical values: 1% level	-3.430.710	
5% level	-2.861.584	
10% level	-2.566.834	

Tabela 18: Teste de raiz unitária do Ibovespa

Null Hypothesis: LOG(IBOV) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=39)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.424.677	0.5717
Test critical values: 1% level	-3.430.710	
5% level	-2.861.584	
10% level	-2.566.834	

Tabela 19: Teste de raiz unitária da Petrobrás em primeira diferença

Null Hypothesis: DLOG(PETR) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=39)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.156.811	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.430.710	
5% level	-2.861.584	
10% level	-2.566.834	



Tabela 20: Teste de raiz unitária do Ibovespa em primeira diferença

Null Hypothesis: DLOG(IBOV) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=39)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.130.136	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.430.710	
5% level	-2.861.584	
10% level	-2.566.834	

Tabela 21: Teste de raiz unitária dos resíduos em nível

Null Hypothesis: RESID01 has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=39)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.992.122	0.0444
Test critical values: 1% level	-2.565.151	
5% level	-1.940.850	
10% level	-1.616.682	

Tabela 22: VECM do sistema de equações (27) e (28)

Vector Error Correction Estimates  
 Date: 10/08/10 Time: 13:10  
 Sample (adjusted): 8 15932  
 Included observations: 15925 after adjustments  
 Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

Cointegrating Eq:	CointEq1	
LOG(PETR(-1))	1.000000	
LOG(IBOV(-1))	-0.646808	
	(0.15297)	
	[-4.22837]	
C	3.567137	
Error Correction:	D(LOG(PETR))	D(LOG(IBOV))
CointEq1	-0.001393	-0.000789
	(0.00047)	(0.00036)
	[-2.93524]	[-2.19725]
D(LOG(PETR(-1)))	-0.060892	0.091760
	(0.01227)	(0.00928)
	[-4.96395]	[ 9.89072]
D(LOG(PETR(-2)))	0.021953	0.019991
	(0.01238)	(0.00936)
	[ 1.77299]	[ 2.13479]
D(LOG(PETR(-3)))	0.009184	-0.009116
	(0.01238)	(0.00936)
	[ 0.74177]	[-0.97350]
D(LOG(PETR(-4)))	0.025641	0.020130
	(0.01238)	(0.00936)
	[ 2.07093]	[ 2.14977]
D(LOG(PETR(-5)))	-0.004601	-0.009690
	(0.01222)	(0.00924)
	[-0.37664]	[-1.04875]
D(LOG(IBOV(-1)))	0.039541	-0.142055
	(0.01486)	(0.01124)
	[ 2.66149]	[-12.6428]
D(LOG(IBOV(-2)))	-0.015022	-0.025180
	(0.01498)	(0.01133)
	[-1.00268]	[-2.22219]
D(LOG(IBOV(-3)))	-0.003569	0.009603
	(0.01498)	(0.01133)
	[-0.23827]	[ 0.84764]
D(LOG(IBOV(-4)))	0.001846	-0.008537
	(0.01498)	(0.01133)
	[ 0.12321]	[-0.75350]
D(LOG(IBOV(-5)))	-0.021553	-0.006533
	(0.01483)	(0.01122)
	[-1.45312]	[-0.58234]
C	8.15E-06	2.85E-05
	(4.2E-05)	(3.2E-05)
	[ 0.19261]	[ 0.89081]
DLOG(OIL)	0.220119	0.113502
	(0.00665)	(0.00503)
	[ 33.0977]	[ 22.5655]
DLOG(DJ)	0.985816	0.970161
	(0.01184)	(0.00895)
	[ 83.2607]	[ 108.341]
R-squared	0.471452	0.553780
Adj. R-squared	0.470890	0.553305
Sum sq. resids	0.267933	0.153256
S.E. equation	0.004682	0.003541
F-statistic	838.7304	1166.965
Log likelihood	48287.75	51705.97
Akaike AIC	-7.889.156	-8.447.781
Schwarz SC	-7.880.677	-8.439.302
Mean dependent	-1.67E-05	3.27E-06
S.D. dependent	0.006436	0.005298
Determinant resid covariance (dof adj.)	1.43E-10	
Determinant resid covariance	1.42E-10	
Log likelihood	104004.7	
Akaike information criterion	-1.699.211	
Schwarz criterion	-1.697.394	

Tabela 23 VECM do sistema de equações (29) e (30)

Vector Error Correction Estimates  
Date: 10/08/10 Time: 20:30  
Sample (adjusted): 7 15932  
Included observations: 15926 after adjustments  
Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

Cointegrating Eq:		CointEq1	
	LOG(PETR(-1))	1.000.000	
	LOG(OIL(-1))	-0.368714	
		(0.08255)	
		[-4.46665]	
	C	-1.875.891	
Error Correction:		D(LOG(PETR))	D(LOG(OIL))
	CointEq1	-0.000310	0.001288
		(0.00032)	(0.00035)
		[-0.96687]	[ 3.65217]
	D(LOG(PETR(-1)))	-0.099698	0.002859
		(0.00881)	(0.00968)
		[-11.3210]	[ 0.29541]
	D(LOG(PETR(-2)))	0.009351	0.007083
		(0.00885)	(0.00972)
		[ 1.05701]	[ 0.72851]
	D(LOG(PETR(-3)))	0.005698	0.015790
		(0.00885)	(0.00972)
		[ 0.64414]	[ 1.62436]
	D(LOG(PETR(-4)))	0.032101	-0.002441
		(0.00884)	(0.00972)
		[ 3.63108]	[-0.25124]
	D(LOG(PETR(-5)))	-0.020200	-0.001171
		(0.00878)	(0.00965)
		[-2.30018]	[-0.12129]
	D(LOG(OIL(-1)))	0.081039	-0.035170
		(0.00801)	(0.00881)
		[ 10.1139]	[-3.99398]
	D(LOG(OIL(-2)))	0.025417	0.000161
		(0.00806)	(0.00886)
		[ 3.15443]	[ 0.01820]
	D(LOG(OIL(-3)))	0.013695	-0.004219
		(0.00806)	(0.00886)
		[ 1.69910]	[-0.47636]
	D(LOG(OIL(-4)))	-0.019754	-0.021261
		(0.00806)	(0.00886)
		[-2.45074]	[-2.40006]
	D(LOG(OIL(-5)))	0.009724	0.002601
		(0.00804)	(0.00883)
		[ 1.20958]	[ 0.29446]
	C	-1.20E-05	-1.73E-05
		(4.4E-05)	(4.9E-05)
		[-0.27026]	[-0.35429]
	R-squared	0.012719	0.002616
	Adj. R-squared	0.012036	0.001927
	Sum sq. resids	0.498626	0.602217
	S.E. equation	0.005598	0.006152
	F-statistic	1.863.724	3.794.771
	Log likelihood	59991.09	58487.99
	Akaike AIC	-7.532.223	-7.343.463
	Schwarz SC	-7.526.439	-7.337.679
	Mean dependent	-1.29E-05	-1.66E-05
	S.D. dependent	0.005632	0.006158
	Determinant resid covariance (dof adj.)		9.60E-10
	Determinant resid covariance		9.59E-10
	Log likelihood		120160.4
	Akaike information criterion		-1.508.658
	Schwarz criterion		-1.507.405

Tabela 34: Regressão TSLS. Autêntico

Dependent Variable: DLOG(PETR)\*DE

Method: Two-Stage Least Squares

Date: 10/09/10 Time: 13:59

Sample (adjusted): 7 15932

Included observations: 15926 after adjustments

Instrument list: DLOG(OIL) DLOG(OIL(-1)) DLOG(OIL(-2)) DLOG(OIL(-3))

DLOG(OIL(-4)) DLOG(OIL(-5)) DLOG(DJI) DLOG(DJI(-1)) DLOG(DJI(-

-2)) DLOG(DJI(-3)) DLOG(DJI(-4)) DLOG(DJI(-5))

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-2.97E-05	2.87E-05	-1.035278	0.3006
DLOG(OIL)	-0.033049	0.005605	-5.895999	0.0000
DLOG(OIL(-1))	0.046344	0.005611	8.260159	0.0000
DLOG(OIL(-2))	0.012450	0.005601	2.222761	0.0262
DLOG(OIL(-3))	0.015047	0.005601	2.686493	0.0072
DLOG(OIL(-4))	0.007191	0.005607	1.282586	0.1997
DLOG(OIL(-5))	0.021376	0.005592	3.822484	0.0001
DLOG(IBOV)	0.608502	0.010717	56.78032	0.0000
DLOG(IBOV(-1))	-0.065710	0.010678	-6.153493	0.0000
DLOG(IBOV(-2))	-0.000859	0.010646	-0.080664	0.9357
DLOG(IBOV(-3))	-0.017074	0.010648	-1.603457	0.1089
DLOG(IBOV(-4))	-0.014010	0.010675	-1.312387	0.1894
DLOG(IBOV(-5))	-0.050289	0.010640	-4.726342	0.0000
R-squared	0.239959	Mean dependent var		-2.96E-05
Adjusted R-squared	0.239386	S.D. dependent var		0.004151
S.E. of regression	0.003621	Sum squared resid		0.208589
F-statistic	361.9162	Durbin-Watson stat		2.157521
Prob(F-statistic)	0.000000	Second-Stage SSR		0.217516

Tabela35: Regressão GARCH. Autêntico  
 Dependent Variable: DLOG(PETR)\*DE  
 Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution  
 Date: 10/09/10 Time: 11:47  
 Sample (adjusted): 7 15932  
 Included observations: 15926 after adjustments  
 Convergence achieved after 43 iterations  
 Variance backcast: ON  
 GARCH = C(14) + C(15)\*RESID(-1)^2 + C(16)\*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-4.81E-05	1.59E-05	-3.029037	0.0025
DLOG(OIL)	0.004926	0.001631	3.020986	0.0025
DLOG(OIL(-1))	0.025311	0.002848	8.887362	0.0000
DLOG(OIL(-2))	0.011454	0.003892	2.943164	0.0032
DLOG(OIL(-3))	0.010695	0.003538	3.023102	0.0025
DLOG(OIL(-4))	0.003365	0.003949	0.852275	0.3941
DLOG(OIL(-5))	0.011811	0.003183	3.710502	0.0002
DLOG(IBOV)	0.423607	0.001901	222.7990	0.0000
DLOG(IBOV(-1))	0.018070	0.005287	3.417845	0.0006
DLOG(IBOV(-2))	-0.002776	0.005753	-0.482606	0.6294
DLOG(IBOV(-3))	0.002652	0.006572	0.403479	0.6866
DLOG(IBOV(-4))	0.003372	0.006348	0.531162	0.5953
DLOG(IBOV(-5))	-0.000728	0.006272	-0.116035	0.9076
Variance Equation				
C	4.16E-07	1.12E-08	37.27563	0.0000
RESID(-1)^2	0.251392	0.004781	52.57708	0.0000
GARCH(-1)	0.748459	0.003658	204.5847	0.0000
R-squared	0.264596	Mean dependent var	-2.96E-05	
Adjusted R-squared	0.263902	S.D. dependent var	0.004151	
S.E. of regression	0.003562	Akaike info criterion	-9.001860	
Sum squared resid	0.201827	Schwarz criterion	-8.994149	
Log likelihood	71697.81	F-statistic	381.6238	
Durbin-Watson stat	2.110827	Prob(F-statistic)	0.000000	

Tabela 36: Resultado obtido pelos acertos do modelo

Elevação Real em centavos	% de elevação (R\$ 35,14)	Valor da ação	Quantidade de ações	Valor da compra	Valor da Venda	Resultado Financeiro	Taxas Compra (0,025%)	Taxas Venda (0,025%)	Resultado Líquido	Rentabilidade (%)	Qtde acertos	Resultado Líquido Ponderado
	(a)	(b)	(c)	(d)=c*b	(e)=d*(1+a)	(f)=e-d	(g)=d*0,025%	(h)=e*0,025%	(i)=f-g-h	(j)=i/d	(k)	(l)=i*k
0,01	0,028%	35,14	10.000	351.400,00	351.500,00	100,00	87,85	87,88	-75,73	-0,022%	408	-30.895,80
0,02	0,057%	35,14	10.000	351.400,00	351.600,00	200,00	87,85	87,90	24,25	0,007%	411	9.966,75
0,03	0,085%	35,14	10.000	351.400,00	351.700,00	300,00	87,85	87,93	124,22	0,035%	383	47.578,17
0,04	0,114%	35,14	10.000	351.400,00	351.800,00	400,00	87,85	87,95	224,20	0,064%	340	76.228,00
0,05	0,142%	35,14	10.000	351.400,00	351.900,00	500,00	87,85	87,98	324,18	0,092%	319	103.411,83
0,06	0,171%	35,14	10.000	351.400,00	352.000,00	600,00	87,85	88,00	424,15	0,121%	249	105.613,35
0,07	0,199%	35,14	10.000	351.400,00	352.100,00	700,00	87,85	88,03	524,13	0,149%	240	125.790,00
0,08	0,228%	35,14	10.000	351.400,00	352.200,00	800,00	87,85	88,05	624,10	0,178%	208	129.812,80
0,09	0,256%	35,14	10.000	351.400,00	352.300,00	900,00	87,85	88,08	724,08	0,206%	193	139.746,48
0,10	0,285%	35,14	10.000	351.400,00	352.400,00	1.000,00	87,85	88,10	824,05	0,235%	153	126.079,65
0,11	0,313%	35,14	10.000	351.400,00	352.500,00	1.100,00	87,85	88,13	924,03	0,263%	126	116.427,15
0,12	0,341%	35,14	10.000	351.400,00	352.600,00	1.200,00	87,85	88,15	1.024,00	0,291%	98	100.352,00
0,13	0,370%	35,14	10.000	351.400,00	352.700,00	1.300,00	87,85	88,18	1.123,98	0,320%	97	109.025,58
0,14	0,398%	35,14	10.000	351.400,00	352.800,00	1.400,00	87,85	88,20	1.223,95	0,348%	106	129.738,70
0,15	0,427%	35,14	10.000	351.400,00	352.900,00	1.500,00	87,85	88,23	1.323,93	0,377%	82	108.561,85
0,16	0,455%	35,14	10.000	351.400,00	353.000,00	1.600,00	87,85	88,25	1.423,90	0,405%	51	72.618,90
0,17	0,484%	35,14	10.000	351.400,00	353.100,00	1.700,00	87,85	88,28	1.523,87	0,434%	49	74.669,87
0,18	0,512%	35,14	10.000	351.400,00	353.200,00	1.800,00	87,85	88,30	1.623,85	0,462%	48	77.944,80
0,19	0,541%	35,14	10.000	351.400,00	353.300,00	1.900,00	87,85	88,33	1.723,83	0,491%	42	72.400,65
0,20	0,569%	35,14	10.000	351.400,00	353.400,00	2.000,00	87,85	88,35	1.823,80	0,519%	25	45.595,00
0,21	0,598%	35,14	10.000	351.400,00	353.500,00	2.100,00	87,85	88,38	1.923,78	0,547%	18	34.627,95
0,22	0,626%	35,14	10.000	351.400,00	353.600,00	2.200,00	87,85	88,40	2.023,75	0,576%	24	48.570,00
0,23	0,655%	35,14	10.000	351.400,00	353.700,00	2.300,00	87,85	88,43	2.123,73	0,604%	23	48.845,68
0,24	0,683%	35,14	10.000	351.400,00	353.800,00	2.400,00	87,85	88,45	2.223,70	0,633%	24	53.368,80
0,25	0,711%	35,14	10.000	351.400,00	353.900,00	2.500,00	87,85	88,48	2.323,68	0,661%	24	55.768,20
0,26	0,740%	35,14	10.000	351.400,00	354.000,00	2.600,00	87,85	88,50	2.423,65	0,690%	19	46.049,35
0,27	0,768%	35,14	10.000	351.400,00	354.100,00	2.700,00	87,85	88,53	2.523,63	0,718%	18	45.425,25
0,28	0,797%	35,14	10.000	351.400,00	354.200,00	2.800,00	87,85	88,55	2.623,60	0,747%	11	28.859,60
0,29	0,825%	35,14	10.000	351.400,00	354.300,00	2.900,00	87,85	88,58	2.723,58	0,775%	18	49.024,35
0,30	0,854%	35,14	10.000	351.400,00	354.400,00	3.000,00	87,85	88,60	2.823,55	0,804%	12	33.882,60
0,31	0,882%	35,14	10.000	351.400,00	354.500,00	3.100,00	87,85	88,63	2.923,52	0,832%	7	20.464,67
0,32	0,911%	35,14	10.000	351.400,00	354.600,00	3.200,00	87,85	88,65	3.023,50	0,860%	11	33.258,50
0,33	0,939%	35,14	10.000	351.400,00	354.700,00	3.300,00	87,85	88,68	3.123,48	0,889%	4	12.493,90
0,34	0,968%	35,14	10.000	351.400,00	354.800,00	3.400,00	87,85	88,70	3.223,45	0,917%	8	25.787,60
0,35	0,996%	35,14	10.000	351.400,00	354.900,00	3.500,00	87,85	88,73	3.323,43	0,946%	7	23.263,98
> 0,35	1,000%	35,14	10.000	351.400,00	354.914,00	3.514,00	87,85	88,73	3.337,42	0,950%	438	1.461.790,62
Resultado Total												<b>2.300.356,15</b>

