



MODELOS DE VOLATILIDADE APLICADOS AO MERCADO FUTURO DE PETRÓLEO

Paulo Augusto Lontra

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: André Assis de Salles

Rio de Janeiro
Novembro de 2012

MODELOS DE VOLATILIDADE APLICADOS AO MERCADO
FUTURO DE PETRÓLEO

Paulo Augusto Lontra

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO.

Examinado por:

Prof. André Assis de Salles, DSc.

Prof. César das Neves, D.Phil

Prof. Rosemarie Brokebone, DSc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

NOVEMBRO de 2012

Lontra, Paulo Augusto

Modelos de Volatilidade Aplicados ao Mercado Futuro de Petróleo/ Paulo Augusto Lontra – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2012.

i,50p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: André Assis de Salles

Projeto de Graduação – UFRJ/ POLI/ Engenharia de Produção, 2012.

Referencias Bibliográficas: p. 43-45.

1. Modelos de Volatilidade. 2. Mercado Futuro. 3. Mercado de Petróleo I. Salles, André Assis de. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Engenharia de Produção. III. Modelos de volatilidade aplicados ao mercado futuro de petróleo.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais, por toda a força, apoio, carinho, confiança e amor que sempre me deram. Minha formatura não seria viável sem eles. Não só durante o curso, mas por toda a minha vida eles estiveram ao meu lado, me incentivando, mostrando que com esforço e dedicação todos os sonhos são possíveis.

Ao Professor André Assis de Salles, por suas contribuições valiosas como mestre e educador. A confecção deste projeto também não seria viável sem sua orientação, paciência e dedicação.

Ao Corpo Docente da UFRJ, em especial aos professores do DEI, que me ensinaram valiosas lições que levarei para a vida. Das questões acadêmicas, às questões morais e éticas, cada um contribuiu significativamente para minha formação.

Aos meus colegas, que em todo o percurso me ajudaram. Graças a eles compreendi que juntos multiplicamos nosso potencial e mitigamos nossas faltas. Nossa união nos permitiu ir muito mais longe do que jamais imaginaríamos.

À ANP por todo o incentivo ao estudo e desenvolvimento pessoal. Como bolsista do Programa de Recursos Humanos 21 (PRH-21) fui constantemente instigado a desenvolver meu potencial. Grande parte do conhecimento aplicado a esse trabalho foi estudado durante o desenvolvimento das tarefas de pesquisa.

Finalmente, agradeço a todos que de alguma forma tornaram esse trabalho possível, e me ajudaram por todo o período da graduação.

Paulo Augusto Lontra

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção de grau de Engenheiro de Produção.

MODELOS DE VOLATILIDADE APLICADOS AO MERCADO FUTURO DE PETRÓLEO

Paulo Augusto Lontra

Novembro/2012

Orientador: André Assis de Salles

Curso: Engenharia de Produção

O preço do petróleo é uma variável importante para os formuladores de política econômica nos países onde esta commodity é a principal fonte de energia e também em países onde não é a única fonte de energia. A volatilidade dos preços do petróleo é maior do que a de mercados de ativos financeiros. Assim acadêmicos e profissionais de mercado reconhecem a dificuldade e complexidade para se obter modelos de volatilidade precisos. Os preços do petróleo trazem incertezas para a economia mundial.

O objetivo deste trabalho é examinar as séries e estabelecer métodos de estimação da volatilidade dos preços do *West Texas Intermediate* (WTI) nos mercados à vista e de contratos Futuros. Dessa forma foi feito um resumo estatístico das séries de retornos desses contratos, e dos respectivos retornos do mercado à vista. Este resumo inclui testes de normalidade e de estacionariedade. A metodologia usada aqui leva em consideração a violação da homoscedasticidade e a ocorrência de informações anormais, ou da não normalidade, na construção dos modelos de volatilidade. Os modelos empregados foram baseados no *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Model* – modelo ARCH. Os dados usados foram de preços diários de fechamento de seis contratos futuros de WTI, e os respectivos preços à vista, de julho de 2008 até maio de 2010

Palavras-chave: Modelos de Volatilidade, Mercados Futuros, Mercados de Petróleo.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

VOLATILITY MODELS APPLIED TO OIL FUTURES MARKET

Paulo Augusto Lontra

November/2012

Advisor: André Assis de Salles

Course: Industrial Engineering

The oil price is an important variable for economic policy makers in countries where this commodity is the main source of energy and also in countries where it is not the only source of energy. The volatility of oil prices is greater than the asset markets. Thus academics and market professionals recognize the difficulty and complexity to obtain accurate models of volatility. Oil prices bring uncertainty to the global economy.

The objective of this study is to examine the series and to establish methods to predict the volatility of West Texas Intermediate (WTI) in the spot markets and futures contracts. Thus was made a statistical summary of the series of returns on these contracts, and their market returns in sight. This summary includes tests of normality and stationarity. The methodology used here takes into account the violation of homoscedasticity information and the occurrence of abnormal or non-normality in the construction of models of volatility. The models used were based on the Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Model - ARCH model. The data used were daily closing price of six WTI futures contracts, and their spot prices from July 2008 until May 2010

Keywords: Volatility Models, Futures Market, Oil Market.

SUMÁRIO

1	Introdução	9
2	Mercados futuros de petróleo	12
3	Revisão bibliográfica	15
4	Aspectos Metodológicos	18
4.1.	Estacionariedade	18
4.1.1	Teste de Estacionariedade.....	21
4.2	Modelos ARIMA.....	22
4.3	Modelos de Volatilidade	24
4.3.1	Modelos de Volatilidade Univariados	24
4.3.2.	Modelos de Volatilidade Multivariados	27
4.4	Critérios de Seleção de modelos	29
4.4.1	Critério de Akaike (Akaike Information Criterion)	29
4.4.2	Critério de Schwarz (Bayesian Information Criterion)	30
4.4.3	Critério de Hannan-Quinn (Hannan &Quinn Criterion)	30
5	Amostra Utilizada.....	32
5.2	Resumos Estatísticos	33
5.3	Testes de Estacionariedade	35
6	Resultados Obtidos	37
7	Comentários Finais	42
8	Referencias Bibliográficas	43
	ANEXO I – Resumos Estatísticos e Histograma das séries	46
	ANEXO II – Séries de Retornos Utilizadas.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução dos preços do contrato com vencimento em Junho de 2010.....	13
---------------------------------------------------------------------------------	----

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Resumos Estatísticos das Séries Estudadas.....	34
Tabela 2 - Resultados Estacionariedade de Preços	35
Tabela 3 - Resultados Estacionariedade Retornos	36
Tabela 4 - Melhores Resultados Retornos Preços a Vista	38
Tabela 5 - Melhores Resultado Retornos Contratos Futuro	38
Tabela 6 - Modelos Bivariados	39
Tabela 7 - Melhores Resultados Aplicados a Distribuições Gaussianas	40

1 INTRODUÇÃO

O petróleo é uma das principais ou talvez a principal *commodity* mundial. Seus derivados são combustíveis essenciais a diferentes setores produtivos. Atualmente ele é usado desde a produção de insumos agrícolas até a produção de farmacêuticos, sendo o consumo mundial diário da ordem de centenas de milhões de barris. Deve observar que o petróleo e seus derivados estão intimamente ligados ao nível de atividade industrial, seja pelo lado do custo, seja pelo lado da demanda. O nível de preço de seus derivados impacta nos custos de produção e também nos níveis de demanda, por exemplo, caso o preço da gasolina suba, provavelmente diminuirá a demanda por carros, devido ao preço deste produto, que é um complementar. Dessa forma, pode-se dizer que toda vez que há um aumento do preço do óleo há uma diminuição da renda da população devido ao aumento dos custos de vida. Em suma, o petróleo e seus derivados estão presentes em praticamente toda a cadeia produtiva. A ligação desse insumo com a economia mundial é tão importante, que diversos pesquisadores se dedicaram a estudar a relação da atividade macroeconômica ao preço dessa *commodity*.

Conforme a revisão realizada por Sauter e Awerbuch (2003), inúmeros autores comprovam a ligação direta entre o crescimento dos preços do óleo a diminuições no Produto Interno Bruto (PIB) de alguns países. De acordo com Sauter e Awerbuch (2003), também foi encontrada uma relação negativa entre o aumento da volatilidade nos preços e o crescimento da economia. A lógica por trás desse movimento está ligada ao aumento nas incertezas, que significa um aumento na dificuldade de prever o movimento dos preços. Por este motivo, ocorre um aumento do risco relativo ao preço dessa mercadoria. Estudos sobre os padrões de volatilidade mostram uma mudança a partir de 1986. Antes deste período os preços se movimentavam basicamente para cima. Após a referida data grandes acréscimos e decréscimos no preço foram aferidos, mostrando um aumento da volatilidade.

Como observado por Sauter e Awerbuch (2003), a volatilidade dos preços cria incertezas na alocação de recursos e reforça mudanças setoriais nos mercados de trabalho. Eles observaram ainda que os aumentos do preço da referida *commodity* impactam negativamente nos mercados de ações, isso para o período pós-guerra. Para esses pesquisadores já é largamente aceita na literatura acadêmica a ligação entre preços, volatilidade crescentes e mau desempenho da economia.

Dessa forma é natural que, com a evolução dos mercados financeiros mundiais, fossem criados instrumentos para que produtores e consumidores pudessem se proteger das variações de preço desse ativo. Embora o objeto de estudo do presente trabalho esteja concentrado em uma praça de negociação somente, pode-se dizer que reflete o sentimento do mercado global quanto à movimentação de preço dessa *commodity*.

Nas últimas décadas houve um rápido desenvolvimento das técnicas de medição e gestão de riscos financeiros, em parte motivados por uma série de recentes catástrofes envolvendo títulos derivativos. A volatilidade, geralmente medida pelo desvio padrão dos retornos, é singularmente importante nos mercados financeiros, pois é tomada para representar o risco de um investimento. Levando-se em consideração esses aspectos é natural que muitos estudos sobre modelos econométricos para previsão de volatilidade fossem realizados. Assim, o presente trabalho busca comparar diferentes modelos de volatilidade e indicar o que melhor se adéqua para previsão da volatilidade do ativo em questão.

Modelos eficientes que permitam prever a volatilidade do petróleo podem nortear políticas governamentais, para proteger a economia das incertezas provenientes do mercado. Outro agente econômico que se beneficiaria com bons modelos de previsão de volatilidade seria a classe de produtores do óleo. Os grandes produtores poderiam regular a oferta de acordo com as incertezas do mercado. Dessa forma eles poderiam prever melhor seus fluxos de investimento e de caixa, trazendo uma gestão mais eficiente de seus ativos. Eles também podem regular seus estoques, calibrando-os para momentos de maior incerteza do mercado. Essas utilidades por consequência acabariam gerando maior retorno para os investidores, outra classe beneficiada.

Conforme mencionado a mitigação dos riscos e das incertezas ajudariam aos investidores, medindo melhor o risco x retorno de seus investimentos. Períodos de maior incerteza trariam risco maior para seus investimentos, seja qual for o tipo de indústria, devido ao grande impacto dessa variável nos cenários macroeconômicos. Em períodos de grande volatilidade uma boa estimativa do risco ajudaria ao mercado financeiro direcionar seus recursos excedentes para indústrias menos afetadas pelo preço do petróleo, saindo de setores mais ligados ao preço de combustíveis como, por exemplo, a aviação.

Sendo dessa forma, pode-se concluir que a estimação de volatilidade pode trazer benefícios diretos para diversos agentes econômicos. As vantagens econômicas se traduziriam em impactos positivos na sociedade principalmente em momentos de crise,

quando as incertezas aumentam. Os impactos de crises na economia poderiam ser minimizados, evitando-se maiores períodos de instabilidade. Os benefícios para a sociedade são diversos com a diminuição das incertezas advindas da flutuação de preços do petróleo. Ou seja, com a saída de uma situação de incerteza para uma situação de risco.

O objetivo do presente trabalho é observar alguns fatos estilizados das séries de futuro de petróleo, tais como normalidade e estacionariedade e posteriormente estabelecer métodos de estimação de volatilidade, comparando-os de acordo com alguns critérios estatísticos estabelecidos. Por fim, o objetivo do projeto é fazer um pool de modelos que melhor atendam as necessidades para estimar a volatilidade dos preços dos contratos futuros de petróleo e do preço *spot*.

O restante deste trabalho está estruturado da seguinte forma: o capítulo 2 trata do mercado futuro de petróleo e suas principais características. No capítulo 3 é apresentada uma breve revisão bibliográfica. O capítulo 4 aborda todos os aspectos referentes à metodologia adotada neste trabalho. No capítulo 5 são apresentadas as amostras e são observadas as principais características das séries. No capítulo 6 são apresentados e comentados os resultados obtidos. No capítulo 7 estão as conclusões e comentários finais do trabalho.

2 MERCADOS FUTUROS DE PETRÓLEO

Os chamados contratos futuros são derivativos financeiros cujo preço depende do preço de um ativo subjacente, denominado ativo base ou subjacente. Nas palavras de Hull (1997): “Um contrato futuro é um acordo entre duas partes para comprar ou vender um ativo em determinada data futura, por um preço especificado”. Os contratos futuros são normalmente negociados em bolsas organizadas para tal fim. Ainda segundo Hull (1997): “Para possibilitar a negociação, a bolsa especifica algumas características padronizadas para o contrato”. Essas características englobam: a padronização do ativo subjacente negociado, o tamanho do contrato, a cotação, o limite de oscilação diário e os procedimentos de entrega. Hull (1997) completa: “Como as duas partes não precisam necessariamente se conhecer, a bolsa também proporciona um mecanismo que garante a ambas o cumprimento do contrato”. O encerramento de posições no mercado futuro se dá por meio de uma operação de natureza contrária a original, portanto se um investidor vendeu um contrato futuro e quer recompra-lo ele pode ir a mercado e comprar um contrato futuro, ficando dessa forma não posicionado. Conforme explica Hull (1997) “O contrato é conhecido por seu mês de vencimento, com a bolsa especificando o período do mês em que a entrega deverá ser feita. O titular de uma posição vendida tem o direito de escolher o horário, durante o período de entrega em que fará a entrega”.

Existe uma enorme variedade de *commodities* e ativos financeiros que podem ser objetos de negociação de contratos. Podem-se negociar boi gordo, café, milho, soja, dólar, açúcar, álcool, ouro, entre outras *commodities*. Assim os contratos futuros podem ser negociados sobre diversos ativos financeiros ou mercadorias, inclusive o petróleo, sendo este o objeto de estudo do presente trabalho.

Quando um contrato futuro se aproxima do mês de vencimento o preço futuro converge para o preço à vista de negociação do ativo objeto ou para bem próximo dele. Hull (1997) explica que isso ocorre para que não ocorram oportunidades de arbitragem no mercado. Para ilustrar essa afirmação Hull (1997) observa: “Suponhamos que o preço de um contrato futuro esteja abaixo do preço à vista durante o período de entrega. As empresas interessadas em adquirir o ativo acharão interessante comprar um contrato futuro e, então, aguardar a entrega. Ao fazerem isso, o preço do futuro tenderá a subir”.

Para ilustrar esse comportamento segue a evolução dos preços a vista e do contrato futuro do barril de petróleo do tipo WTI negociado em Nova Iorque.

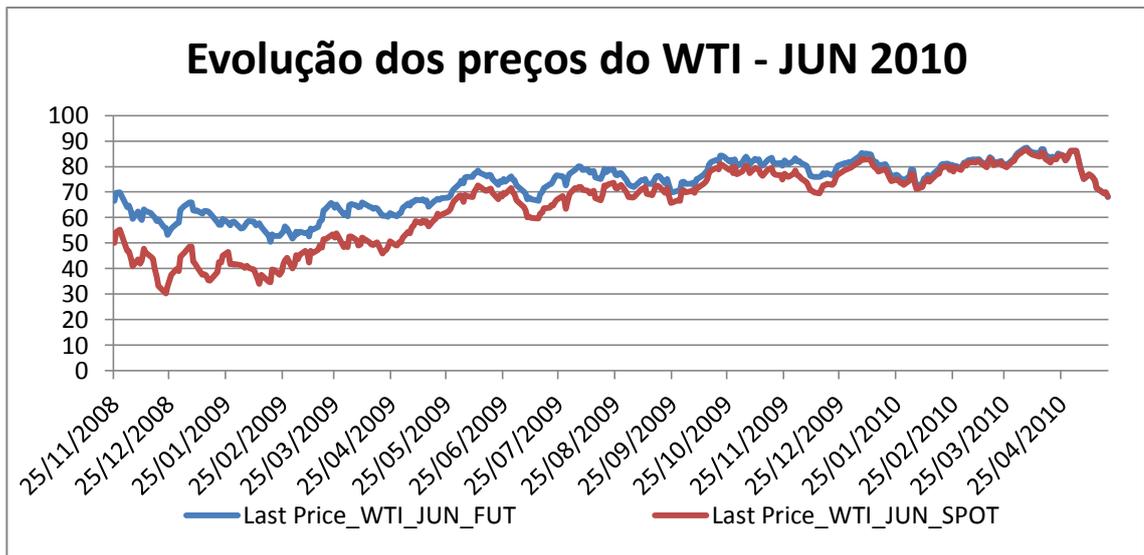


Figura 1 - Evolução dos preços do contrato com vencimento em Junho de 2010

Ao observar a figura acima é possível notar algumas características clássicas inerentes aos contratos futuros, são elas: a base, a diferença entre o preço *spot*, ou à vista, e o preço futuro; relação entre o preço futuro e o preço *spot*; e a convergência do preço futuro para o preço à vista na medida em que caminha para o vencimento. O risco entre a diferença do mercado à vista e futuro é o chamado risco de base.

Hull (1997) mostra que a precificação de contratos futuros se dá pela seguinte equação:

$$F = (S + U)e^{r(T-t)},$$

2-1

onde F é o preço do contrato futuro, S é o preço à vista, U é o valor presente de todos os custos que serão incorridos durante a vida do contrato futuro, r é a taxa de juro livre de risco, T a data de vencimento e t a dada presente. Hull (1997) mostra que embora os ativos tenham relações bem próximas, os preços futuros ainda carregam expectativas quanto ao preço no futuro.

Os principais tipos de participantes do mercado são: os *hedgers*, que buscam o mercado de futuros como forma de se proteger da variação de preços; os especuladores que buscam, através de posições contrárias, prever movimentos do mercado; e os arbitradores que buscam ganhos sem riscos nos mercados financeiros. O primeiro grupo mencionado é composto de produtores e compradores, que utilizam o mercado como forma de proteger seus ganhos contra flutuações adversas. O segundo grupo, dos especuladores, busca oportunidades no mercado através reversões de tendências e distorções. Eles exploram movimentos exagerados no preço e dão liquidez aos demais

participantes. Por fim estão os arbitradores que buscam o ganho sem risco. Eles se utilizam de diferenças de preço entre dois mercados para fazer operações concomitantes e ganhar dinheiro sem risco.

O maior consumidor mundial de petróleo são os EUA, de acordo com dados retirados do *website* da *Energy Information Administration*¹ (EIA), a agência de energia norte-americana. São consumidos somente nos Estados Unidos mais de 10 milhões de barris de por dia, sendo o segundo colocado a China, com um consumo na faixa de sete a dez milhões de barris por dia. Os maiores produtores mundiais se concentram na Europa, Oriente Médio e na América do Norte, sendo Rússia, Arábia Saudita e EUA os maiores produtores respectivamente. De acordo com Hull (1997) a *Chicago Mercantile Exchange* ou CME é a maior bolsa de contratos futuros do mundo. Segundo a mesma² o petróleo é a *commodity* mais negociada do mundo, e o objeto de estudo do presente trabalho (contratos futuros sobre petróleo do tipo WTI) é um excelente indicador quanto ao sentimento do mercado em relação aos preços desta mercadoria, sendo essa uma das principais praças de negociação mundial.

Os contratos de WTI estudados foram negociados na *New York Mercantile Exchange* (NYMEX), uma bolsa que faz parte do grupo CME. De acordo com a CME³ pode-se afirmar que o objeto de estudo serve de referencia para aproximadamente 10 milhões de barris produzidos diariamente na América do Norte. Este contrato futuro é um dos principais *benchmarks* de preços, sendo o mais liquido do mundo, negociado 23 horas por dia. Dessa forma, é possível afirmar que esta é uma das principais, senão a principal, praça de negociação do mundo em futuros de petróleo.

¹ WWW.EIA.GOV

²http://www.cmegroup.com/trading/energy/crude-oil/light-sweet-crude_learn_more.html

³<http://www.cmegroup.com/trading/files/WTI-Fact-Card.pdf>

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Volatilidade é uma medida de dispersão dos retornos de um título no mercado financeiro. Quanto mais o preço de um título varia num período curto de tempo, mais difícil é a previsão de seus movimentos num ponto futuro, logo maior o risco de ganhos ou perdas. Conforme mostrado por Ferderer (1996), tanto mudanças no nível de preços como nos padrões de volatilidade dos preços do petróleo tem impacto negativo no crescimento econômico. O pesquisador concluiu que mudanças na volatilidade tem impacto negativo no crescimento econômico imediatamente após ocorrerem e onze meses depois enquanto mudanças no preço demoram cerca de um ano para impactar o crescimento. Hooker (1996) também enfatizou a importância da volatilidade no período pós 1973. O pesquisador descobriu que de 1973 a 1994 não foram mudanças no preço que permitiram prever taxas de desemprego e crescimento do PIB, mas sim volatilidade. Sendo dessa forma, modelos de previsão de volatilidade podem ser muito úteis para os mais diversos agentes econômicos, desde os *traders* especuladores até os estudiosos de macroeconomia.

Ding e Engle (2001) apresentaram o modelo VEC Diagonal usando o produto de Hadamard nesse artigo. Este modelo foi o modelo multivariado adotado neste trabalho para prever a volatilidade. Os pesquisadores desenvolveram esse procedimento buscando diminuir a complexidade enfrentada pelos outros modelos multivariados em modelar a variância condicional e também como uma forma de garantir que a mesma seja positiva. Os autores iniciam o trabalho apresentando outros modelos multivariados e suas propriedades. Eles seguem apresentando os dois tipos de testes que foram aplicados aos modelos definidos: primeiro eles testaram a relação entre variáveis e depois aplicaram teste LM (Multiplicador de Lagrange) para determinar se a matriz de variância condicional esta certa na média. Depois os autores fizeram um breve estudo de Monte-Carlo para comparar os valores críticos produzidos pelos modelos baseados em simulações de amostras finitas. Por fim eles testaram empiricamente os modelos em séries de retornos de ações. Os autores concluem que os modelos da família ARCH multivariados são simples e garantem que as matrizes de covariância condicional estimada são positivas. Entretanto, nenhum dos modelos que eles propuseram passou em todos os testes feitos.

Weiner (2002) discute sobre o papel dos especuladores nos mercados de *commodities* mundiais. O pesquisador concluiu que exceto em casos onde haja uma

parte especuladora dominante, é improvável que os *commodity fund managers* sejam os principais agentes causadores de volatilidade nos mercados de petróleo.

Granger e Poon (2003) observaram que muitos estudos sobre métodos de previsão de volatilidade de ativos financeiros foram feitos nos últimos anos e que não é incomum eles apresentarem resultados divergentes quanto ao melhor tipo de modelo. Eles mostraram que existem diversas famílias de modelos que podem ser utilizadas, tais como volatilidade histórica, modelos da família *Autoregressive Conditional Heterocedasticity* (ARCH), modelos de volatilidade implícita e modelos de volatilidade estocástica, cada qual com sua vantagem.

Marzo e Zagaglia (2007) estudaram as propriedades de previsão dos modelos lineares da família *Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity* (GARCH) para contratos futuros sobre barris de petróleo do tipo *West Texas Intermediate* (WTI). Eles compararam os resultados para os modelos de volatilidade baseado em distribuições normais, distribuições *t-Student* e *Generalized Exponential Distribution* (GED). Os resultados dos testes de previsão mostram que os modelos GARCH-G funcionam melhor para horizonte de tempo de um a três dias pra frente. Eles não acharam nenhum modelo que se sobressaiu em previsões superiores há uma semana. Os pesquisadores também testaram funções de perdas fora da amostra que penalizam grandes falhas de previsão e o custo de oportunidade de investimento. Nesse caso o modelo *Exponential GARCH* (EGARCH) mostrou a melhor performance, seguido pelo GARCH-G.

Kang *et al.* (2008) investigaram a eficiência dos modelos de volatilidade aplicados às séries de retornos do petróleo dos tipos *Brent*, *Dubai* e *WTI*, procurando identificar a capacidade em identificar a persistência da volatilidade. Eles concluem que os modelos *Fractionally Integrated GARCH* (FIGARCH) e *Component-GARCH* (CGARCH) conseguem capturar melhor o componente de longo prazo da volatilidade que os modelos *Integrated GARCH* (IGARCH) e GARCH. Finalmente eles acreditam que os modelos FIGARCH e CGARCH conseguem resultados superiores na previsão de volatilidade, sendo o modelo FIGARCH o que apresentou melhores resultados.

Agnolucci (2008) comparou os modelos de previsão de volatilidade da família GARCH com os modelos que extraem a volatilidade implícita das opções. O pesquisador concluiu que o retorno médio dos futuros de petróleo pode ser considerado constante e que choques de volatilidade são altamente persistentes. Em termos de acurácia de previsão os modelos da família GARCH apresentaram resultados melhores

que os de volatilidade implícita. Entretanto, para o acadêmico o ideal é que os modelos sejam combinados de forma que agregue diferentes características dos dois, pois cada um capta informações de maneira diferente.

Maslyuke e Smyth (2008) examinaram se os preços nos mercados futuro e *spot* dos tipos *Brent* e WTI de petróleo contém raiz unitária, utilizando dados semanais. Os pesquisadores utilizaram o multiplicador de Lagrange como teste de raiz unitária, com duas quebras estruturais endógenas, conforme sugerido por Lee e Strazicich (2003, 2004). Esse teste tem a vantagem de eliminar as quebras estruturais, diferentemente do *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) que incorpora as quebras. Eles testaram também a significância das mudanças estruturais nas séries e concluíram que elas são estatisticamente significantes. Os pesquisadores também concluíram que o teste do Multiplicador de Lagrange (LM) com duas quebras estruturais foi melhor que o ADF e que as series podem ser consideradas passeios aleatórios.

Bragisnksii (2009) discorreu sobre a história da produção e extração de petróleo, sua formação de preço, os principais *players* do mercado, ou seja, os negociadores e produtores, e sobre a forma como essa *commodity* influencia a economia mundial. Segundo o pesquisador, boa parte dos fatores que impactam nos níveis de preço do petróleo são difíceis de estimar quantitativamente, o que torna a estimação de mais complicada. Para ele a economia mundial consegue suportar uma eventual manutenção do preço do petróleo em patamares altos.

Por fim, Batalha e Oliveira (2009) testaram a volatilidade condicional dos retornos diários dos contratos futuros de petróleo do WTI. Batalha e Oliveira (2009) investigaram se houve um aumento da volatilidade com o aumento do volume negociado, utilizando um modelo *Autoregressive Moving Average* (ARMA), em uma parametrização ARMA (3,0)-GARCH (1,1) com distribuição t-Student. Os autores estudaram a persistência dos choques de volatilidade nas séries, e utilizaram o modelo supracitado uma vez que esse foi o modelo que obteve mais sucesso na modelagem da estrutura da correlação serial da variância condicional. Eles concluíram que mesmo mediante o aumento dos volumes, a acumulação dos estoques de petróleo, a partir de 2004, foi fator determinante para a redução da volatilidade. Os pesquisadores tiveram resultados inconclusivos para a assimetria na volatilidade dos preços. Por fim eles afirmaram que os níveis dos preços atuais não refletem uma maior volatilidade, mas sim um novo patamar de preços.

4 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Conforme mencionado, anteriormente, o petróleo influencia diferentes segmentos da economia, e por isso há um interesse de diversos agentes econômicos no mercado dessa *commodity*. O mercado desse produto é global. E mesmo com o alargamento dos canais de comunicação, e conseqüente melhora da qualidade do fluxo de informações de produtores e consumidores, pode-se afirmar que não é uma tarefa fácil determinar quais fatores influenciam na formação do preço do petróleo. Assim como a determinação da volatilidade, ou do risco, do mercado de petróleo. Devido à grande dificuldade de se construir um modelo que corretamente pondere e agregue as variáveis que possam ajudar na determinação de expectativa de preços e volatilidade do petróleo. Assim têm-se buscado uma abordagem estocástica para o problema de previsão dos movimentos ou flutuações dos preços. Ao observarmos séries temporais, podemos inferir que se trata de observações de um processo estocástico. Variações do preço de *commodities* podem ser entendidas como um bom exemplo de ocorrência de um processo estocástico.

A seguir, neste capítulo, será apresentada uma breve revisão teórica: de estacionariedade de séries temporais; de modelos ARIMA; de modelos de volatilidade; e dos principais critérios de seleção de modelos.

4.1. Estacionariedade

“A type of stochastic process that has received a great deal of attention and scrutiny by time series analysts is the so-called stationary stochastic process. Broadly speaking, a stochastic process is said to be stationary if its mean and variance are constant over time and the value of the covariance between the two time periods depends only on the distance or gap or lag between the two time periods and not the actual time at which the covariance is computed. In the time series literature, such a stochastic process is known as a weakly stationary, or covariance stationary, or second-order stationary, or wide sense, stochastic process.” Gujarati (2004)

“In short, if a time series is stationary, its mean, variance, and autocovariance (at various lags) remain the same no matter at what point we measure them; that is, they are time invariant.” Gujarati (2004)

Gujarati (2004) observa que o problema de séries não estacionárias é que o estudo de seu comportamento só é válido para um período de tempo. Os valores de cada série

refletem um comportamento momentâneo, não sendo passível de generalização. Estas características tornam de pouco valor prático modelos de previsão baseados em séries não estacionárias.

Um modelo clássico de série não estacionária é o modelo de passeio aleatório. O passeio aleatório, ou “andar do bêbado” como é conhecido, é um processo onde o próximo valor da série depende do valor atual adicionado de um choque aleatório. Sendo Y_t a informação no período t esse processo pode ser expresso pela seguinte fórmula:

$$Y_t = Y_{t-1} + u_t \quad 4-1$$

O passeio aleatório pode girar em torno de uma tendência, fatores cíclicos ou sazonalidade das observações. Sobre o processo de passeio aleatório, pode-se inferir que se ele se iniciou em algum tempo zero com o valor Y_0 então:

$$\begin{aligned} Y_1 &= Y_0 + u_1 \\ Y_2 &= Y_1 + u_2 = Y_0 + u_1 + u_2 \end{aligned} .$$

Logo,

$$Y_t = Y_0 + \sum u_t \quad 4-2$$

Analogamente pode-se inferir que sua variância pode ser escrita como

$$var(Y_t) = t\sigma^2 \quad 4-3$$

Desta forma é possível ver que à medida que t aumenta a variância também aumenta, violando a condição de estacionariedade. Para contornar esse problema, pode-se reescrever a equação 4-1 para:

$$Y_t - Y_{t-1} = u_t = \Delta Y_t \quad 4-4$$

É possível perceber que embora Y_t seja não estacionário, é possível provar que ΔY_t é estacionário, uma vez que o efeito cumulativo deixa de ocorrer. Conforme Gujarati (2004) mostra, o processo de passeio aleatório também pode ocorrer em torno de uma tendência, permitindo ser reescrito como:

$$Y_t = \delta + Y_{t-1} + u_t , \tag{4-5}$$

onde o parâmetro δ é o componente de desvio sobre o qual ocorre o processo. De forma análoga a equação 4-4 pode ser reescrita para:

$$Y_t - Y_{t-1} = \Delta Y_t = \delta + u_t . \tag{4-6}$$

Como o termo δ é uma constante, é possível inferir que as mesmas afirmações sobre variância e estacionariedade podem ser feitas para os modelos com desvio e sem desvio. Conforme mostra Gujarati (2004), o tratamento dado para as séries é análogo, pode-se reescrever a equação 4-1 para:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad -1 \leq \rho \leq 1 \tag{4-7}$$

De acordo com o mesmo, este modelo remonta ao modelo autorregressivo de primeira ordem. Se $\rho = 1$ então pode se dizer que a equação remonta a um processo de passeio aleatório, não estacionário. Por esse motivo denomina-se esse tipo de problema de problema de raiz unitária. Entretanto, conforme Gujarati (2004) mostra, se $|\rho| \leq 1$ então Y_t é fracamente estacionária. Essa condição é necessária para que os modelos utilizados neste trabalho apresentem resultados válidos, pois regressões entre séries não estacionárias podem produzir resultados falsos, com aparente compatibilidade. É o chamado fenômeno das regressões espúrias, conforme destaca Gujarati (2004).

Com a ocorrência deste fenômeno, muitas vezes as regressões apresentam parâmetros e coeficiente de explicação (R^2) significativos estatisticamente, embora ambos sejam passeios aleatórios. Por este motivo é importante que as séries sejam testadas para estacionariedade, para que essa condição seja investigada.

4.1.1 Teste de Estacionariedade

O teste de estacionariedade utilizado neste trabalho foi o teste de raiz unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF). A seguir é apresentada uma breve revisão dos testes de raízes unitárias.

Na equação 4-7 se $\rho = 1$ então a série é não estacionária ou um passeio aleatório. Conforme Dickey e Fuller (1979) a ideia do teste de raiz unitária de Dickey-Fuller gira em torno da estimação da seguinte regressão:

$$\Delta Y_t = (\rho - 1)Y_{t-1} + u_t = \gamma Y_{t-1} + u_t , \quad 4-8$$

onde Δ representa a diferença entre o termo de ordem t e $t-1$ e o operador γ é igual a $(\rho - 1)$. A hipótese nula é de que exista pelo menos uma raiz unitária logo γ igual a zero, o que provaria que ser um processo não estacionário e a hipótese alternativa é a de que seja um processo fracamente estacionário, com γ menor que zero. Conforme Gujarati (2004) aponta, o problema do teste acima esta na escolha de uma estatística adequada para os valores de ρ . Dickey e Fuller (1979) resolveram essa questão. Com base em simulações de Monte Carlo eles criaram a estatística τ , com os valores críticos de γ , sendo este o teste de Dickey-Fuller (DF). Como observa Gujarati (2004), a equação 4-8 pode ser ampliada para incorporar a presença de intercepto e/ou tendência sobre os quais giram os processos raiz unitária. O teste é conduzido de forma semelhante e a equação pode ser escrita na forma:

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta t + \gamma Y_{t-1} + u_t , \quad 4-9$$

sendo o termo α representando o intercepto e β a tendência. Conforme Dickey e Fuller (1979) propõem o teste acima que parte da pressuposição de que os termos estocásticos na equação são identicamente e independentemente distribuídos, isto é, não apresentam autocorrelação. Para contornar essa restrição Dickey e Fuller (1981) desenvolveram novo teste, o Dickey-Fuller Aumentado (ADF). Esse teste incorpora defasagens em relação a variável que esta sendo analisada, e pode ser escrita da seguinte forma:

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta t + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \omega_i (Y_{t-i} - Y_{t-i-1}) + u_t$$

4-10

Como afirma Gujarati (2004) a principal vantagem do ADF sobre o DF é que ao introduzir um número suficiente de defasagens, garante-se que os resíduos não apresentem autocorrelação. Conforme propõem Dickey e Fuller (1981), para determinar o número ideal de defasagens deve-se utilizar algum critério de informação como, por exemplo, o Critério de Akaike (AIC) ou de Schwartz (SBC). Ambos serão discutidos adiante neste capítulo.

Os valores críticos para cada caso de γ encontram-se em Dickey e Fuller (1981). Conforme propõem os autores, para o modelo sem a necessidade de constante e tendência utiliza-se a estatística τ . Caso o modelo contenha somente constante utiliza-se τ_μ . Modelos que contêm constante e tendência devêm utilizar a estatística τ_τ .

4.2 MODELOS ARIMA

Conforme propõe Gujarati (2004), uma boa forma de explorar as propriedades estocásticas das séries temporais é a utilização de modelos da família ARIMA. Diferentemente das regressões que utilizam variáveis exógenas para explicar os dados, os modelos dessa família utilizam variáveis endógenas, a própria série, para prever um comportamento futuro. Neste capítulo será feita uma revisão desta família de modelos.

Gujarati (2004), reescreveu a equação 4-5 na forma de um modelo auto regressivo de ordem 1 ou AR (1):

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + u_t ,$$

4-11

onde δ é a média de Y e u_t é a variável aleatória com média zero e desvio padrão σ . Nesse modelo pode-se dizer que Y_t segue um modelo autoregressivo de primeira ordem.

O modelo pode ser estendido, colocando a variável Y em função de p períodos anteriores. Este seria um modelo auto-regressivo de p -ésima ordem ou AR(p) e sua equação se daria por:

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + \alpha_2(Y_{t-2} - \delta) + \dots + \alpha_p(Y_{t-p} - \delta) + u_t$$

4-12

Os modelos AR não são os únicos modelos ARIMA utilizados para explicar Y . Outro modelo possível pode ser expresso da seguinte forma:

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} \quad ,$$

4-13

onde μ é uma constante e u é a variável aleatória que representa o erro. Sendo desta forma Y pode ser explicado por uma constante mais a média móvel dos erros anteriores. E desta forma Y pode ser explicado por um processo de média móvel de primeira ordem, ou MA (1). Analogamente fazendo com que Y seja explicado pela média móvel de q variáveis anteriores. Este processo seria um processo MA(q), ou seja, de média móvel de q -ésima ordem, onde o resultado é uma combinação linear dos erros anteriores e a equação dessa extensão pode ser escrita como:

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} + \beta_2 u_{t-2} + \dots + \beta_q u_{t-q} \quad .$$

4-14

Modelos autoregressivos de média móvel, ou ARMA, são combinações dos dois processos. Os modelos ARMA (p, q) deverão ter p termos autoregressivos e q termos de média móvel. O modelo de primeira ordem, ou ARMA (1,1), pode ser escrito como:

$$Y_t = \theta + \alpha_1 Y_{t-1} + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1}$$

4-15

Conforme Gujarati (2004) mostra, para que modelos ARMA produzam resultados confiáveis é necessário que eles sejam fracamente estacionários. Conforme foi aqui observado, muitas séries temporais são não estacionárias. E embora elas não sejam estacionárias geralmente as primeiras diferenças são. Isso significa que elas são integradas de ordem 1. Similarmente, se a d -ésima diferença for estacionária então pode se dizer que a série é integrada de ordem d ou $I(d)$. *“If we have to difference a time series d times to make it stationary and then apply the ARMA(p, q) model to it, we say that the original time series is **ARIMA(p, d, q)**, that is, it is an **autoregressive integrated moving average** time series, where p denotes the number of autoregressive terms, d the number of times the series has to be differenced before it becomes stationary, and q the number of moving average terms”*, como observado em Gujarati (2004)

Neste trabalho foram utilizados modelos autoregressivos de média móvel para prever a variabilidade dos retornos diários dos preços dos contratos futuros e do preço a vista. Deve-se lembrar que o retorno é por definição a variação percentual do preço de um dia para outro. Neste trabalho foram usados retornos contínuos, logo se pode afirmar que se a hipótese de estacionariedade não for rejeitada para os retornos, mas for para os preços, então as séries de preços são integradas de primeira ordem, permitindo-se a utilização de modelos autoregressivos e modelos da família ARCH.

4.3 MODELOS DE VOLATILIDADE

Volatilidade é a variabilidade de uma série. Pode-se afirmar que modelos com alta volatilidades são aqueles que apresentam alta variabilidade ao longo do tempo. Conforme Gujarati (2004), séries temporais geralmente exibem o fenômeno de *cluster* de volatilidade, ou seja, períodos de alta variabilidade seguidos períodos de baixa. Sauter e Awerbuch (2003) afirmam que esse fenômeno já foi encontrado em diversos estudos de petróleo e Batalha e Oliveira (2009) estudaram a persistência destes choques nas séries de preço. Por este motivo no presente trabalho foram utilizados modelos que tratam essa característica, variação da variância no tempo, que leva o nome de heterocedasticidade. Os modelos podem ser de ordem variada e bivariada, são apresentados a seguir.

4.3.1 Modelos de Volatilidade Univariados

O primeiro modelo utilizado neste trabalho é o *Autoregressive Conditional Heterocedasticity* (ARCH), e é o modelo que serviu de base para o desenvolvimento dos outros utilizados neste trabalho, todos são da mesma família. Primeiramente proposto por Engle (1982) com o intuito de estudar o comportamento da inflação do Reino Unido. No modelo ARCH original variância é modelada como sendo condicional, estimada da seguinte forma:

$$\hat{\sigma}_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \epsilon_{t-i}^2 ,$$

onde:

$\hat{\sigma}_t^2$ = Estimativa da variância no tempo t ;

ϵ_{t-i}^2 = Resíduos da estimativa do retorno do ativo no período $t-i$;

p = Número de períodos anteriores a t utilizados para estimar a variância.

Normalmente é utilizada a notação ARCH (p), onde p , com já citado, é o número de períodos anteriores que será utilizado para estimar a variância esperada. Neste trabalho utilizou-se a defasagem de apenas um período sendo por definição o modelo ARCH (1). Este modelo pode ser escrito por:

$$\hat{\sigma}_t^2 = \omega + \alpha \epsilon_{t-1}^2$$

4-17

O modelo de Engle foi estendido por Bollerslev (1986) adicionando mais um termo à equação de variância. Com essa modificação a variância condicional passou a depender também dos erros anteriores, além da variância. O nome dado à extensão do modelo foi *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*, ou simplesmente GARCH. Neste modelo a estimativa da variância é dada por:

$$\hat{\sigma}_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \epsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \hat{\sigma}_{t-j}^2 .$$

4-18

Com as seguintes restrições

$$\omega > 0, \quad p > 0, \quad q \geq 0, \quad \alpha_i \geq 0 \text{ e } \beta_j \geq 0$$

A notação comumente utilizada para o modelo é GARCH (p,q) para indicar o número de períodos anteriores utilizados para as duas variáveis da equação. No presente trabalho utilizou-se o modelo GARCH (1,1), que pode tem a equação dada por:

$$\hat{\sigma}_t^2 = \omega + \alpha \epsilon_{t-1}^2 + \beta \hat{\sigma}_{t-1}^2$$

4-19

O modelo chamado *Integrated Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*, ou IGARCH, é uma derivação do modelo GARCH criada por Engle *et al.* (1986), que propôs um novo modelo, impondo as seguintes restrições:

$$\omega = 0;$$

$$\sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{j=1}^q \beta_j = 1$$

4-20

A notação se dá de forma análoga, IGARCH (p,q). No presente trabalho utilizou-se o modelo IGARCH (1,1). A fórmula pode ser escrita como:

$$\hat{\sigma}_t^2 = \alpha \epsilon_{t-1}^2 + \beta \hat{\sigma}_{t-1}^2, \text{ onde } \alpha + \beta = 1$$

4-21

Um caso especial muito popular deste modelo é o *Exponential Weighted Moving Average* (EWMA). Neste caso as observações mais recentes têm mais peso na estimação da volatilidade. A vantagem em utilizar este tipo de modelagem é que as informações mais recentes são assimiladas mais rapidamente e tem mais impacto sobre a estimação das próximas iterações. Dessa forma vantagem deste modelo esta em captar rapidamente os períodos de alta e baixa volatilidade de forma mais eficiente. Para mais informações ver Morgan (1996).

Outra variação do modelo GARCH, o chamado *Exponential GARCH* (EGARCH), foi proposto por Nelson (1991) para captar os desvios assimétricos feitos por inovações positivas e negativas. Isso deriva da teoria de que os desvios positivos impactam de forma diferente dos desvios negativos, e portanto os movimentos dos preços teriam um padrão assimétrico de movimento. O modelo EGARCH pondera as observações, dando mais peso as inovações recentes que as mais antigas, há um decaimento exponencial de pesos. No modelo EGARCH o cálculo da variância condicional pode ser expresso por:

$$\log(\sigma_t^2) = \omega + \sum_{i=1}^q \left[\alpha_i \times \frac{|\epsilon_{t-i}| + (\gamma_i \times \epsilon_{t-i})}{\sigma_{t-i}} \right] + \sum_{i=1}^p [\beta_i \times \log(\sigma_{t-1}^2)]$$

4-22

Conforme os outros modelos, analogamente, a notação de dá da mesma forma EGARCH (p,q). No presente trabalho utilizou-se o modelo EGARCH (1,1), que pode ser escrito conforme a fórmula:

$$\log(\sigma_t^2) = \omega + \alpha \left| \frac{\epsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + \gamma \frac{\epsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + \beta \log(\sigma_{t-1}^2)$$

4-23

4.3.2. Modelos de Volatilidade Multivariados

Os modelos ARCH e GARCH tratam da variância condicional. Outra forma de abordagem é a utilização de além da variância condicional de cada série a covariância condicional entre séries relacionadas, os mercados Futuro e *Spot* no caso. Esses modelos são os chamados multivariados e foram propostos inicialmente por Bollerslev (1988) como uma extensão do modelo GARCH-M. O modelo proposto ao invés de usar escalares utiliza vetores e matrizes e ao invés de usar a variância utiliza a matriz de variância-covariância. Os autores também utilizaram uma simplificação na qual as matrizes dos coeficientes são diagonais, para reduzir o número de parâmetros a serem estimados.

O modelo bivariado utilizado foi o GARCH (1,1) parametrizado na forma VEC diagonal proposto por Bollerslev (1988). As matrizes e coeficientes do modelo podem ser parametrizados de diferentes maneiras (sem restrições; com restrições; e com restrições de matrizes diagonais). Maior aprofundamento dessas restrições pode-se recorrer a Ding e Engle (2001).

Para introduzir o modelo VEC, toma-se como exemplo uma matriz A, como exposto abaixo. O operador VEC é tal que seleciona os elementos da diagonal principal da matriz e os elementos abaixo dessa diagonal, transformando-os para um vetor coluna.

$$A = \begin{bmatrix} \boxed{a_{11}} & a_{12} & a_{13} \\ \boxed{a_{21}} & \boxed{a_{22}} & a_{23} \\ \boxed{a_{31}} & \boxed{a_{32}} & \boxed{a_{33}} \end{bmatrix}$$

$$VEC(A) = \begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ a_{22} \\ a_{31} \\ a_{32} \\ a_{33} \end{bmatrix}$$

O modelo VEC, como visto em Engle e Kroner (1995), utiliza uma estrutura GARCH (p, q) multivariada, representada pela equação abaixo. Essa é a generalização do modelo.

$$VEC(H_t) = \Omega + \sum_{i=1}^p A_i \cdot VEC(\varepsilon_{t-i} \varepsilon'_{t-i}) + \sum_{j=1}^q B_j \cdot VEC(H_{t-j})$$

4-24

Onde:

H_t é a matriz de covariâncias condicionais no tempo t ;

Ω é um vetor $\left(\frac{n(n+1)}{2}\right) \times 1$;

ε_t é um vetor de perturbações aleatórias;

A_i e B_j são matrizes $\left(\frac{n(n+1)}{2}\right) \times \left(\frac{n(n+1)}{2}\right)$.

Para o caso em que temos um modelo VECH GARCH ($1, 1$) bivariado, a equação acima se traduz como mostrado a seguir.

$$\begin{bmatrix} y_{1,t} \\ y_{2,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} h_{11,t} & h_{12,t} \\ h_{21,t} & h_{22,t} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix}$$

4-25

$$\begin{bmatrix} h_{11,t} \\ h_{21,t} \\ h_{22,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_{11} \\ \omega_{21} \\ \omega_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 \\ \varepsilon_{2,t-1} \varepsilon_{1,t-1} \\ \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \beta_{13} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \beta_{23} \\ \beta_{31} & \beta_{32} & \beta_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} h_{11,t-1} \\ h_{21,t-1} \\ h_{22,t-1} \end{bmatrix}$$

4-26

Como cita Nicolau (2011), as duas principais desvantagens do modelo VECH são: o número excessivo de parâmetros a estimar e a dificuldade em garantir que a matriz H_t seja positiva, o que pode gerar coeficientes de correlação (ρ) superiores a 1 e/ou variâncias negativas (*i.e.* $\rho_{ij,t} > 1$ ou $h_{ii,t} < 0$). Isso limita a utilização do modelo, por isso frequentemente há a imposição de restrições sobre as matrizes a serem estimadas.

Como fizeram Bollerslev *et al.* (1988), pode-se impor que as matrizes A_i e B_j sejam diagonais (*Diagonal VECH*), diminuindo assim o número de parâmetros a ser estimado. O mesmo pode ser feito com a matriz M , podendo ainda considerar outros tipos de restrição, como considerarmos escalares para A_i e B_j . Observa-se também que, fazendo-se $q = 0$ podemos ter um modelo VECH ARCH(p).

Devido as dificuldade supracitadas foi utilizado o modelo VECH diagonal GARCH (1,1) com duas variáveis. A equação do cálculo da volatilidade pode ser escrita como:

$$\begin{bmatrix} h_{11,t} \\ h_{21,t} \\ h_{22,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_{11} \\ \omega_{21} \\ \omega_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{11} & 0 & 0 \\ 0 & \alpha_{22} & 0 \\ 0 & 0 & \alpha_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 \\ \varepsilon_{2,t-1} \varepsilon_{1,t-1} \\ \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{11} & 0 & 0 \\ 0 & \beta_{22} & 0 \\ 0 & 0 & \beta_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} h_{11,t-1} \\ h_{21,t-1} \\ h_{22,t-1} \end{bmatrix}$$

4-27

4.4 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE MODELOS

Nesta sessão serão discutidos os critérios utilizados para a seleção do melhor modelo de previsão. Conforme Gujarati (2004) os critérios de seleção podem ser diferenciados em dois tipos: critérios “*in-sample*” medem o quanto o modelo se ajusta aos dados da amostra e critérios “*out-of-sample*” medem o poder de previsão de um modelo ajustado, dado os valores dos repressores. Conforme o autor aponta, existe um *trade-off* entre complexidade e ajuste do modelo.

4.4.1 Critério de Akaike (*Akaike Information Criterion*)

O critério de Akaike ou AIC, proposto por Akaike (1974), mede a adequação de um modelo estatístico aos dados através da ponderação entre o número de variáveis presentes em um modelo e a adequação deste aos dados estudados. Conforme Gujarati (2004) aponta, este critério pode ser útil tanto para medir o ajuste dos dados como para medir o poder de previsão do modelo. A equação do modelo se da a seguir:

$$AIC = e^{2k/n} \frac{RSS}{n}$$

4-28

Também apresentado na forma:

$$\ln AIC = \left(\frac{2k}{n}\right) + \ln\left(\frac{RSS}{n}\right)$$

4-29

Onde AIC é o valor do teste, k representa o número de parâmetros livres e $2k/n$ representa o fator de penalidade do modelo.

4.4.2 Critério de Schwarz (*Bayesian Information Criterion*)

De forma análoga o critério de Schwarz, apresentado por Schwarz (1978) ou BIC busca minimizar a seguinte expressão:

$$BIC = n^{k/n} \frac{RSS}{n}$$

ou

$$\ln BIC = \left(\frac{k}{n}\right) \ln n + \ln\left(\frac{RSS}{n}\right)$$

4-30

Onde $[2k/n \ln n]$ representa o fator de penalidade do modelo.

Conforme Gujarati (2004) aponta, em comparação com o critério de Akaike, que o BIC penaliza de forma mais acentuada os modelos com mais parâmetros, fazendo com que haja um *trade-off* maior entre poder de explicação e complexidade do modelo. Este modelo também pode ser utilizado para compara previsões “*in-sample*” e “*out-of-sample*”, ainda segundo o autor.

4.4.3 Critério de Hannan-Quinn (*Hannan &Quinn Criterion*)

O terceiro e ultimo critério utilizado, foi sugerido por Hannan (1979) e segue forma parecida com os modelos supracitados. A estatística do critério pode ser escrita da seguinte forma:

$$HQ = -2 \left(\frac{l}{T}\right) + \frac{2k \log(\log(T))}{T}$$

Em comparação com os outros critérios já mencionados esse penaliza ainda mais o numero de observações, sendo de pouco uso na prática.

São os critérios acima descritos que nortearam as escolhas dos modelos de volatilidade utilizados. No capítulo seguinte são apresentados os resultados obtidos, conforme metodologia aqui apresentada.

5 AMOSTRA UTILIZADA

Para a elaboração deste trabalho foram estudadas seis séries de contratos futuros de petróleo, com vencimentos entre Janeiro a Junho de 2010. Esses contratos são negociados na *New York Mercantile Exchange* (NYMEX), uma bolsa destinada à negociação de *commodities* localizada em Nova Iorque, nos Estados Unidos da América. Esta bolsa pertencente ao grupo CME.

Esses contratos são cotados em \$0,01 dólar por barril, sendo o tamanho de cada contrato 1000 barris, ou seja, ao negociar um contrato futuro se esta negociando 1000 barris de petróleo. Esses contratos têm entrega física. Isso significa que no vencimento do contrato o comprador receberá mil barris por contrato comprado do petróleo especificado, e que o vendedor terá que entregá-los. Para mais explicações sobre o mercado futuro ver o item 2, mercados futuros de petróleo.

O ativo objeto de cada contrato futuro é o petróleo bruto do tipo *West Texas Intermediate* (WTI), também chamado de *Light Sweet Crude Oil*. O WTI é um tipo de petróleo considerado leve com densidade em torno de 0,827 e teor de 0,24% de enxofre e de acordo com o grupo CME seu preço é uma referência no mercado Americano⁴.

Os dados relativos ao preço do WTI no mercado a vista foram coletados no site da agência governamental americana de petróleo, a EIA⁵. Foram buscados os preços diários de fechamento como preço de referência para os contratos futuros negociados na NYMEX. Estes preços foram coletados do *software* da *Bloomberg*⁶, uma provedora mundial de informações financeiras.

As séries de contratos futuros englobam os preços de fechamento desde o primeiro dia de negociação do contrato até o último, tendo cada uma 372 observações. Os dados do preço a vista foram buscados para esses dias. Também foram estudados os retornos diários calculados a partir destas séries. A fórmula de cálculo utilizada para obter os retornos foi:

$$R_{i_t} = \ln\left(\frac{x_{i_t}}{x_{i_{t-1}}}\right),$$

5-1

⁴ Maiores informações em http://www.cmegroup.com/trading/energy/crude-oil/light-sweet-crude_learn_more_education.html

⁵ <http://www.eia.gov/petroleum/data.cfm#prices>

⁶ Mais informações sobre a empresa em <http://www.bloomberg.com/company/>

Onde:

R_{i_t} → Retorno do ativo i no tempo t ;

x_{i_t} → Preço de fechamento do ativo i no tempo t ;

$x_{i_{t-1}}$ → Preço de fechamento do ativo i no tempo $t-1$.

A seguir são apresentados os estudos feitos para entender melhor o comportamento dos dados.

5.2 RESUMOS ESTATÍSTICOS

O primeiro passo tomado no sentido de entender as séries estudadas foi a análise descritiva dos dados. Este procedimento tem como objetivo capturar as regularidades e medidas estatísticas das séries temporais utilizadas verificando-se medidas de locação, dispersão, assimetria e curtose. Além disso, foram testadas as hipóteses de normalidade e de estacionariedade dos dados.

A hipótese de normalidade dos retornos foi testada através do teste de Jarque-Bera, cuja estatística de teste se encontra na equação abaixo:

$$JB = \left[\frac{N}{6} \right] * \left[S^2 + \frac{(K - 3)^2}{4} \right]$$

5-2

Conforme mostra Gujarati (2004), S representa o coeficiente de Assimetria (*Skewness*) e K o coeficiente de curtose (*Kurtosis*). A estatística JB segue uma distribuição qui-quadrado com 2 graus de liberdade. A hipótese nula assumida no teste é de que a variável segue uma distribuição normal. Portanto se for obtido um valor JB cujo valor- p seja pequeno, significa que a hipótese nula de normalidade será rejeitada.

Os resultados dos resumos estatísticos estão a seguir:

Tabela 1 - Resumos Estatísticos das Séries Estudadas

	Serie	Media	Mediana	Maximo	Minimo	Desv Pad	Assimetria	Curtose	JB
Spot	Preço Janeiro	70,76408	68,59	145,31	30,28	25,83056	0,986773	3,466337	63,91277
	Preço Fevereiro	67,94906	68,59	126,74	30,28	21,23729	0,716949	3,257899	32,98838
	Preço Março	65,43721	68,59	122,61	30,28	17,32436	0,324778	3,186032	7,095262
	Preço Abril	64,09807	68,59	106,77	30,28	14,8669	-0,3297	2,280024	14,81401
	Preço Maio	64,07708	68,8	86,54	30,28	14,56229	-0,49629	1,992279	31,0944
	Preço Junho	65,165555	70,02	86,54	30,28	14,98964	-0,5962	2,050499	36,10897
	Retorno Janeiro	-0,001781	-0,001518	0,164137	-0,12827	0,040796	0,202531	4,772567	51,39252
	Retorno Fevereiro	-0,001227	-0,001151	0,164137	-0,12827	0,040548	0,174953	4,871481	56,18556
	Retorno Março	-0,000988	-0,00092	0,164137	-0,12827	0,040456	0,161212	4,902523	57,71504
	Retorno Abril	-0,000734	-0,000209	0,135455	-0,12743	0,038388	0,047385	4,716755	45,82154
	Retorno Maio	0,000726	0,000113	0,135455	-0,12743	0,036586	0,126164	5,173233	74,19246
	Retorno Junho	0,000837	-0,000142	0,135455	-0,12743	0,034584	0,170808	5,799988	123,3278
Fut	Preço Janeiro	76,52885	72,14	145,21	47,43	22,12624	1,373176	4,171254	138,5428
	Preço Fevereiro	74,21777	72,73	126,32	48,11	17,1138	1,206773	4,104014	109,4763
	Preço Março	72,23172	73,39	117,84	48,77	12,99478	0,970255	4,573115	96,98419
	Preço Abril	71,32732	73,74	108,68	49,41	10,04132	0,042685	3,134034	0,392476
	Preço Maio	71,53946	74,21	86,84	50	9,261546	-0,46541	2,059325	27,21793
	Preço Junho	72,40861	75,14	87,39	50,57	9,432323	-0,48692	2,056599	28,57148
	Retorno Janeiro	-0,001782	-0,001363	0,098604	-0,0827	0,028227	0,086053	3,71619	8,409494
	Retorno Fevereiro	-0,001233	-0,001042	0,098119	-0,08147	0,027478	0,056833	3,847355	11,32943
	Retorno Março	-0,001036	-0,000421	0,097531	-0,08026	0,026925	0,036196	3,879962	12,08339
	Retorno Abril	-0,000782	0,000322	0,096584	-0,07907	0,025833	0,017732	4,097607	18,69297
	Retorno Maio	0,000363	0,00092	0,095712	-0,07327	0,023783	0,223217	4,299103	29,24807
	Retorno Junho	0,0000547	0,000437	0,080546	-0,07244	0,02187	0,045856	3,998195	15,57447

Conforme se pode observar o comportamento das séries de preços e de retornos dos mercados futuros e *spot* se assemelham.

Pode-se observar que em todos os casos o desvio padrão dos retornos não excede 0,1 enquanto o desvio padrão dos preços na maioria dos casos excede 10. A curtose alta significa uma concentração dos dados em torno da média, e a assimetria diferente de zero significa maior concentração de valores à esquerda ou à direita da média. Esse comportamento com assimetria alta e curtose baixa é esperado em séries com grandes desvios padrões, isso porque esses resultados indicam que a média não é um bom estimador para essas séries. A curtose em distribuições normais gira em torno de três a assimetria é igual a zero. Em todos os casos de séries de retornos a curtose estava acima desse número mostrando grande concentração em torno da média.

Um fato bem interessante, senão o mais interessante e importante destas observações é que a hipótese de normalidade foi rejeitada para todos os casos, de acordo com a estatística do teste de Jarque–Bera. Para melhor visualizar as séries e suas distribuições foram elaborados histogramas de frequência com respectivos resultados estatísticos que estão no anexo I deste trabalho.

5.3 TESTES DE ESTACIONARIEDADE

Conforme falado nos itens **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e 4.2, a estacionariedade é uma condição para que os modelos ARIMA utilizados neste trabalho apresentem resultados confiáveis. Assim, foram feitos testes de raiz unitária do tipo Dickey-Fuller Aumentado (ADF) em todas as séries temporais estudadas. No momento em que os testes foram realizados era esperada a não estacionariedade da série de preços, e a estacionariedade dos retornos. Conforme corroboram os resultados mostrados adiante.

Tabela 2 - Resultados Estacionariedade de Preços

	Serie	Estatística t	Valor P	N Legs	R ²	R ² Aj	F	AIC	SIC
SPOT	Preço Janeiro	0,884652	0,9998	8	0,074864	0,048656	2,856552	4,856057	4,973828
	Preço Fevereiro	0,456982	0,9992	7	0,090225	0,06716	3,911807	4,756461	4,863307
	Preço Março	0,993977	0,9999	5	0,078171	0,060197	4,349051	4,702827	4,787958
	Preço Abril	2,122853	1	1	0,031397	0,023479	3,965362	4,358732	4,400955
	Preço Maio	-1,716845	0,7421	0	0,009887	0,00452	1,842321	4,135142	4,166746
	Preço Junho	-3,740094	0,0209	1	0,043845	0,036029	5,609659	3,975008	4,017231
FUT	Preço Janeiro	0,303716	0,9986	1	0,02243	0,014439	2,806905	4,367877	4,4101
	Preço Fevereiro	0,228355	0,9982	1	0,023677	0,015697	2,966793	4,264498	4,307203
	Preço Março	0,730679	0,9997	0	0,017803	0,012479	3,344187	4,174553	4,206157
	Preço Abril	1,780156	1	1	0,030044	0,022115	3,789253	4,037584	4,079808
	Preço Maio	-2,196342	0,4898	0	0,014355	0,009012	2,687004	3,801359	3,832963
	Preço Junho	-3,825097	0,0162	1	0,043398	0,035578	5,549844	3,605412	3,647636

Ao observar a Tabela 2 com os resultados dos testes sobre as séries de preços é possível notar que tanto para os preços futuros como para os preços à vista a hipótese de estacionariedade é rejeitada para a maioria das séries, com níveis de significância bem altos, próximos a 100%. Deve-se observar que o valor-p da estatística *t* foi baixo para as séries do mês de junho. O valor da estatística *t* se aproximou de zero para todas as séries, e os indicadores de ajustamento da regressão também apresentaram resultados baixos.

Na Tabela 3 adiante estão listados os dados referentes aos retornos das séries estudadas.

Tabela 3 - Resultados Estacionariedade Retornos

	Serie	Estatística t	Valor P	N Legs	R ²	R ² Aj	F	AIC	SIC
SPOT	Retorno Janeiro	-19,23736	0	0	0,501407	0,498697	185,0385	-3,55391	-3,52224
	Retorno Fevereiro	-19,26949	0	0	0,502242	0,499537	185,6576	-3,56642	-3,53475
	Retorno Março	-9,013639	0	7	0,536546	0,524763	45,5366	-3,59779	-3,49072
	Retorno Abril	-4,918845	0,0003	11	0,531005	0,513383	30,1344	-3,67757	-3,52644
	Retorno Maio	-9,607383	0	7	0,526164	0,514117	43,67704	-3,79827	-3,6812
	Retorno Junho	-9,677426	0	7	0,491658	0,478734	38,04245	-3,91774	-3,81067
FUT	Retorno Janeiro	-20,50719	0	0	0,533318	0,530782	210,2729	-4,29702	-4,26535
	Retorno Fevereiro	-20,57156	0	0	0,534878	0,532351	211,5955	-4,35174	-4,32008
	Retorno Março	-20,15325	0	0	0,524642	0,522059	203,0769	-4,38957	-4,3579
	Retorno Abril	-20,2383	0	0	0,526778	0,524206	204,8241	-4,47303	-4,44136
	Retorno Maio	-20,03743	0	0	0,521767	0,519168	200,7497	-4,62921	-4,59755
	Retorno Junho	-18,11729	0	0	0,471448	0,468575	164,1208	-4,79864	-4,76697

Conforme esperado, os resultados dos testes de estacionariedade dos retornos mostrados na Tabela 3 apresentaram resultados que indicam a não existência de uma raiz unitária. A estatística *t* apresenta valores significantes para todas as séries, confirmando a hipótese de estacionariedade. Os critérios de ajustamento também melhoraram razoavelmente.

Por conta destes resultados os testes de volatilidade foram feitos somente para as séries de retornos dos preços. A seguir serão apresentados os resultados obtidos.

6 RESULTADOS OBTIDOS

Foram escolhidos quatro modelos univariados para testar a volatilidade das séries: ARCH (1), GARCH (1,1), EGARCH (1,1) e IGARCH (1,1). O modelo multivariado utilizado foi o VEC diagonal GARCH (1,1). O modelo ARCH(q), proposto por Engle (1982) indica que a variância condicional corrente depende do quadrado de q retornos passados quadrado. O modelo GARCH (p,q) posteriormente proposto por Bollerslev e Taylor (1986), propõe que a variância depende não somente do q -ésimo retorno quadrado, mas também da p -ésima variância condicional passada. O Modelo EGARCH (p,q) proposto por Nelson (1991) e o IGARCH proposto por Engle e Bollerslev (1986) seguem a mesma lógica quanto a p -ésima variância e q -ésimo retorno. A diferença destes modelos esta no fato de que o modelo EGARCH especifica a variância condicional de forma logarítmica, o que quer dizer que não há a necessidade de imposição de condições para evitar variância negativa. Por este motivo, esse modelo consegue capturar o fato estilizado que choques negativos no preço levam a um aumento da variância condicional maior que choques positivos. O modelo IGARCH é o mais eficiente dentre os modelos univariados selecionados em capturar a persistência dos choques de volatilidade. O modelo GARCH considera um decaimento exponencial da autocorrelação serial da variância condicional enquanto estudos têm mostrado taxa hiperbólica de decaimento, Kang, Kang e Yonn (2008) estudaram as eficiências dos modelos da família GARCH em capturar estas características. O problema do IGARCH é que ele captura esse efeito persistente de volatilidade, mas não decai apropriadamente, fazendo com que esse aumento impacte sobre um horizonte de tempo infinito. Ele também não considera a variância incondicional. O modelo multivariado utilizado VEC diagonal GARCH (p,q) proposto por Bollerslev (1988), permite e além de utilizar a variância condicional a utilização da covariância condicional entre as séries relacionadas. Para maiores explicações ver a sessão 4.3 que revisa os modelos utilizados.

Foram testadas os modelos univariados acima mencionados para 5 distribuições diferentes: normal; e t-Student com 4, 6,8 e 10 graus de liberdade. Assim, no total foram feitas 66 regressões, 5 para cada série univariada mais uma bivariada para cada par *spot-futuro*. Como a hipótese de normalidade foi rejeitada, só foram consideradas as distribuições t-Student. Posteriormente à estimação de todos os modelos foram selecionados os melhores resultados, apresentados na Tabela 4 adiante.

Tabela 4 - Melhores Resultados Retornos Preços a Vista

SERIE	MODELO	G.L.	SPOT				SE	AIC	BIC	HQ
			ω	α	δ	β				
Janeiro WTI	IGARCH	8	-	0,0779	-	0,9221	0,0408	-3,8409	-3,8303	-3,8367
			-	(0,0026)	-	(0,0000)				
Fevereiro WTI	EGARCH	8	0,0370	-0,0339	0,0770	1,0009	0,0405	-3,9363	-3,8942	-3,9196
			(0,0003)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)				
Março WTI	EGARCH	10	0,0406	-0,0224	0,0631	1,0027	0,0404	-3,9817	-3,9395	-3,9649
			(0,0000)	(0,0158)	(0,0014)	(0,0000)				
Abril WTI	EGARCH	10	0,0307	-0,0198	0,0695	1,0016	0,0383	-4,1189	-4,0767	-4,1021
			(0,0000)	(0,0000)	(0,0040)	(0,0000)				
Maió WTI	EGARCH	6	0,0608	-0,0338	0,0917	1,0050	0,0365	-4,2490	-4,2069	-4,2323
			(0,2118)	(0,5704)	(0,0060)	(0,0000)				
Junho WTI	EGARCH	8	0,0595	-0,0261	0,0376	1,0046	0,0345	-4,3634	-4,3213	-4,3467
			(0,0000)	(0,0000)	(0,0002)	(0,0000)				

Os resultados acima indicam que o modelo EGARCH é que melhor se adéqua a estimação da volatilidade dos retornos dos preços no mercado *spot*. Não é possível afirmar qual a distribuição t-Student se ajusta melhor aos dados, ou qual o número ideal de graus de liberdade dessa distribuição. Por fim, pode-se notar que a melhor estimativa foi sobre os dados referentes aos preços à vista vigentes durante o período do contrato que venceu junho.

Tabela 5 - Melhores Resultado Retornos Contratos Futuro

SERIE	MODELO	G.L.	FUTURO				SE	AIC	BIC	HQ
			ω	α	δ	β				
Janeiro WTI	EGARCH	8	-0,1576	0,1071	0,0365	0,9888	0,0282	-4,3820	-4,3398	-4,3652
			(0,1667)	(0,0374)	(0,2724)	(0,0000)				
Fevereiro WTI	IGARCH	8	-	0,0515	-	0,9485	0,0275	-4,4692	-4,4587	-4,4650
			-	(0,0283)	-	(0,0000)				
Março WTI	EGARCH	6	0,0460	-0,0173	0,0471	1,0039	0,0269	-4,5343	-4,4921	-4,5175
			(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)				
Abril WTI	IGARCH	8	-	0,0428	-	0,9572	0,0258	-4,6207	-4,6102	-4,6165
			-	(0,0295)	-	(0,0000)				
Maió WTI	EGARCH	6	0,1056	-0,0098	0,0700	1,0132	0,0238	-4,7870	-4,7449	-4,7703
			(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)				
Junho WTI	EGARCH	6	0,0504	-0,0066	0,0427	1,0057	0,0218	-4,9036	-4,8615	-4,8869
			(0,0000)	(0,0000)	(0,0001)	(0,0000)				

Conforme a Tabela 5 acima, o resultado das estimativas sobre os retornos dos contratos futuros também indicam predominância do modelo EGARCH como melhor estimador para volatilidade, embora o modelo IGARCH apareça mais de uma vez. Nestes resultados a variação do número de graus de liberdade da distribuição t-Student

foi menor, variando entre 6 e 8. Novamente a estimativa para a série de retornos de junho apresentou o melhor resultado dentre os selecionados.

Tabela 6 - Modelos Bivariados

SERIE	MODELOS DE VOLATILIDADE MULTIVARIADOS											AIC	BIC	HQ
	μ_f	μ_s	α_2 - fut	α_2 - Spot	α_{fos}	$\alpha(1,1)$	$\alpha(1,2)$	$\alpha(2,2)$	$\beta(1,1)$	$\beta(1,2)$	$\beta(2,2)$			
Janeiro WTI	-0,0012	-0,0011	0	0	0,0001	0,1201	0,1051	0,0899	0,6066	-	0,5866	-9,2042	-9,0883	-9,1582
	-0,0254	-0,0338	0	0	0	0	0	0	0	-	0			
Fevereiro WTI	-0,0022	-0,0024	0	0	0	0,0771	0,0917	0,11	0,9075	0,8954	0,8816	-10,6369	-10,5105	-10,5867
	-0,0238	-0,0162	-0,0489	-0,0472	-0,0416	0	0	0	0	0	0			
Março WTI	-0,001	-0,0009	0	0	0	0,0746	0,0671	0,0652	0,5893	-	0,6445	-7,997	-7,8811	-7,9509
	-0,0082	-0,0503	0	0	0	0	0	0	0	-	0			
Abril WTI	-0,0007	-0,001	0,0001	0	0,0002	0,0711	-	0,0409	0,7095	-	0,7231	-9,9081	-9,8028	-9,8663
	-0,2534	-0,0879	0	-0,0552	0	0	-	-0,0313	0	-	0			
Maio WTI	-0,0024	-0,001	0	0	0	0,0341	0,0381	0,0407	0,9697	0,9575	0,949	-10,2784	-10,1625	-10,2324
	-0,0026	-0,0729	-0,039	-0,0004	-0,0013	0	0	0	0	0	0			
Junho WTI	-0,0023	-0,002	0,0001	0,0001	0,0004	0,0386	-	-0,0124	0,8132	-	0,7428	-11,1816	-11,0763	-11,1398
	-0,0014	-0,0005	0	-0,0585	0	0	-	-0,0287	0	-	0			

Como se pode observar na Tabela 6, os modelos bivariados oferecem resultados significativamente melhores que os modelos univariados, apresentando melhores coeficientes para todas as regressões. Houve melhora significativa em todos os critérios escolhidos para seleção dos modelos.

Deve-se destacar que modelos univariados aplicados considerando distribuição normal apresentaram resultados muito parecidos com os modelos com distribuição t-Student. Na Tabela 7 a seguir, são apresentados os melhores resultados. Como se pode observar os resultados das distribuições univariadas são bem próximos para os casos onde foi considerada a distribuição t-Student e Gaussiana. Esses resultados não eram esperados, pois a hipótese de normalidade foi rejeitada conforme o teste de Jarque-Bera. Cabe ressaltar que estas estimativas não superam o modelo bivariado, que atingiu resultados bem significativos, tanto para os critérios AIC, HQ e BIC, como para a significância dos parâmetros.

Tabela 7 - Melhores Resultados Aplicados a Distribuições Gaussianas

MODELOS DE VOLATILIDADE										
SPOT										
Mercado			ω	α	δ	β	SE	AIC	BIC	HQ
Janeiro WTI	Normal	IGARCH	-	0,7746	-	0,9225	0,0408	-3,8521	-3,8416	-3,8479
			-	-0,0005	-	0				
Fevereiro WTI	Normal	IGARCH	-	0,0706	-	0,9294	0,0405	-3,9067	-3,8961	-3,9025
			-	-0,0022	-	0				
Março WTI	Normal	EGARCH	0,0348	-0,0079	0,0598	1,0034	0,0404	-3,99	-3,9479	-3,9733
			0	0	-0,0003	0				
Abril WTI	Normal	EGARCH	0,0004	-0,0235	0,065	1,0018	0,0383	-4,1479	-4,1058	-4,1312
			0	0	0	0				
Maio WTI	Normal	IGARCH	-	0,052	-	0,948	0,0365	-4,2231	-4,2125	-4,2189
			-	-0,0063	-	0				
Junho WTI	Normal	EGARCH	0,064	-0,0315	0,0417	1,0046	0,0345	-4,3985	-4,3564	-4,3818
			0	0	0	0				
FUTURO										
Mercado			ω	α	δ	β	SE	AIC	BIC	HQ
Fevereiro WTI	Normal	EGARCH	0,0342	-0,0292	0,0472	1,0009	0,0275	-4,5175	-4,4754	-4,5007
			0	0	-0,0028	0				
Março WTI	Normal	EGARCH	0,0615	-0,0199	0,0505	1,0056	0,0269	-4,5742	-4,532	-4,5574
			0	0	-0,0049	0				
Abril WTI	Normal	IGARCH	-	0,0391	-	0,9609	0,0258	-4,6346	-4,6241	-4,6304
			-	-0,0048	-	0				
Maio WTI	Normal	IGARCH	-	0,0375	-	0,9625	0,2375	-4,7755	-4,765	-4,7713
			-	-0,0054	-	0				
Junho WTI	Normal	EGARCH	0,0554	-0,0229	0,0512	1,0046	0,0218	-4,9463	-4,9042	-4,9296
			0	0	0	0				

Como observado pesquisadores encontram dificuldade na previsão e na escolha de modelos superiores de estimação de volatilidade. Por exemplo, embora no presente trabalho o modelo multivariado tenha tido desempenho bem superior ao univariado, Sadorsky (2006), que estudou modelos univariados, bivariados e modelos dinâmicos, concluiu que os modelos univariados da família GARCH têm resultados mais significativos que modelos mais sofisticados na previsão de preços futuros de petróleo. Marzo e Zagaglia (2007), por exemplo, mediram o desempenho do poder de previsão dos modelos lineares e concluíram que o modelo EGARCH dentre estes modelos é o que apresenta melhor resultado, resultado compatível com o aqui obtido.

Ao observar os resultados, pode-se constatar um desempenho superior do modelo VECH Diagonal GARCH (1,1). Todos os coeficientes foram significativos para este método e os critérios de seleção apresentaram em todos os casos melhora de mais de 100%. Outro ponto interessante também mencionado foi a performance parecida das distribuições t-Student e normal nos modelos univariados. Este resultado indica que

mesmo que haja fortes indícios de não normalidade nas séries, a utilização da gaussiana pode ser interessante para testar as distribuições dos modelos univariados, pois apresenta resultados bem parecidos ao da distribuição t-Student com variados graus de liberdade.

Pôde se constatar também nas estimativas univariadas a predominância dos modelos IGARCH e EGARCH sobre os modelos ARCH e GARCH. Esse resultado corrobora os resultados obtidos por outros pesquisadores, indicando persistência de choques de volatilidade, melhor capturada pelo modelo IGARCH, e a assimetria do impacto dos retornos negativos e positivos, capturada pelo modelo EGARCH. Essas são as prováveis causas do melhor desempenho desses modelos.

Finalmente, cabe ressaltar que os modelos aplicados sobre as séries de retorno que venciam em junho de 2010 (série iniciada em novembro de 2008) apresentaram os melhores resultados, seguidas em geral por maio. Estes foram os períodos em que as séries de preços apresentaram melhores resultados para estacionariedade e desvio-padrão, assim como seus retornos. As séries anteriores foram mais fortemente impactadas pela alta volatilidade causada pela crise de crédito *sub-prime* ocorrida nos EUA. Desta forma é possível concluir que os modelos estudados são mais aderentes e atuam melhor em períodos de menor volatilidade, o que reforça o pensamento intuitivo: quanto maior a instabilidade mais difícil de prever a variabilidade. Cabe ressaltar, no entanto, que mesmo nestes casos o modelo bivariado apresentou resultados bem significativos, superando os melhores resultados dos modelos univariados.

7 COMENTÁRIOS FINAIS

Este trabalho buscou verificar qual a melhor abordagem para se estimar a volatilidade dos retornos dos preços do barril de petróleo, seja no mercado futuro, seja no mercado a vista. Outro objetivo buscado foi entender o comportamento e as principais características das séries de retornos dos preços do petróleo. Foi possível observar que as séries de preços são não estacionárias enquanto as séries de retornos sim. Foi possível também inferir que tanto as séries de preços como de retornos não seguem distribuição Gaussiana. Por fim, constatou-se que o modelo VECM Diagonal GARCH (1,1) é o mais adequado dentre os modelos estudados para o ajuste da volatilidade dos retornos, salvo as limitações teóricas impostas. Assim, é possível afirmar que o objetivo do trabalho foi atingido.

Cabe ressaltar a dificuldade existente na escolha de um modelo em absoluto. Este fato reside no grande espectro de condições que podem ser impostas aos modelos de previsão. A possibilidade de escolha de variados métodos também dificulta a comparação entre trabalhos, isso sem mencionar os tipos de abordagem: volatilidade implícita, estocástica, histórica e variância condicional. Assim como, diferentes modelos e distribuições para cada abordagem. Somente no presente trabalho foram mais de 60 regressões. Podem ser feitas praticamente infinitas combinações.

O resultado obtido indica que a utilização da covariância condicional entre as séries *spot* e futuro na estimação aumenta o ajustamento do modelo. Um estudo mais aprofundado dessa relação se faz interessante no sentido de explorar melhor essa associação. Inclusive, essa relação pode ser explorada através de modelos multivariados parametrizados de forma diferente, com restrições mais adequadas. O estudo da cointegração entre as séries também deve produzir resultados interessantes. Ainda, o presente estudo pode ser ampliado para variados coeficientes p e q , tanto para os modelos univariados como para os modelos bivariados. Essa mudança deve permitir explorar e entender melhor os efeitos dos retornos e da variância condicional nos resultados.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLLERSLEV, T. (1986). “*Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*”. *Journal of Econometrics*, 31, pp. 307-327.

ENGLE, R. (1982). “*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation*”. *Econometrica*, 50, pp. 987-1008

PONN S., GRANGER C. W. J (2003). “*Forescasting Volatility in Finantial Markets: A Review*”. *Journal of Economic Literature*, volume 41, pp. 478-539.

NELSON, B. D. (1991). “*Conditional Heterocedasticity in Asset Returns: A New Approach*”. *Econometrica*, volume 59, pp. 347-370.

NOVALES A. C., GRACIA D. M. (1993). “*Guía para la estimación de modelos ARCH*”. *Estadística Española*, volume 132, pp. 5-38.

HANSEN P., LUNDE A. (2006). “*Consistent ranking of volatility models*”. *Journal of Econometrics*, volume 131, pp. 97-121.

ENGLE, Robert F., KRONER, Keneth F. (1995). “*Multivariate Simultaneous Generalized Arch*”. *Econometric Theory*, Vol. 11, No. , pp.122-150.

HULL, John C. (1997). “*Options Futures and Other Derivatives*”, Prentice Hall.

FEDERER, J. P. (1996). “*Oil Price Volatility and the Macroeconomy*”, *Journal of Macroeconomics* 18 1, Winter, pp.1-26

HOOKE, M.A. (1996). “*What happened to the oil price-macroeconomy relationship?*”. *Journal of Monetary Economics* 38, pp.195-213

BOLLERSLEV, T. (1990). “*Modelling the Coherence in Short-Run Nominal Exchange Rates: A Multivariate Generalized Arch Model*”. *The Review of Economics and Statistics*, v.72, n.3, pp. 498-505.

DING, Z., ENGLE, R. (2001). “*Large Scale Conditional Covariance Matrix Modelling, Estimation and Testing*”. Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=1296437>. Acesso em: 29 Ago 2011, 16:40.

DICKEY, D.A.; FULLER, W.A. (1981). “*Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root*”. *Econometrica*, 49: pp. 1057-1072.

DICKEY, D.A; FULLER, W.A. (1979). “*Distribution of the estimator for autoregressive time series with a unit root*”. *Journal of the American Statistical Association* 74: pp. 427-431.

MORGAN, (1996). “*RiskMetrics*”. *Technical Document*.

SILVAPULLE, P.; MOOSA, I.A., (1999). “*The Relationship between Spot and Futures Prices: Evidence from the Crude Oil Market*”. *The Journal of Futures Markets* 19, pp. 175-193.

HANNAN, E. J. ,QUINN, B.G. (1979). “*The Determination of the Order of an Autoregression*”, *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, v.41, n.2, pp. 190-195.

AKAIKE, H. (1974). “*A new look at the statistical model identification*”, *IEEE Transactions on Automatic Control*, AC-19, n.6, pp. 716-723.

SCHWARZ, G. (1978). “*Estimating the Dimension of a Model*”, *The Annals of Statistics*, v.6, n.2, pp. 461-464.

MASLYUKE, S. e SMYTH, R. (2008). “*Cointegration between oil spot and future prices of the same and different grades in the presence of structural change*”, *Energy Policy* 37, pp. 1687-1693.

KANG, S. H., KANG, S.M., YONN, S.M., (2009). “*Forecasting volatility of crude oil markets*”, *Energy Policy* 31, pp. 119-125.

BRAGINSKII, O., B. (2009). “*Crude Oil Prices: History, Forecast, and Impact on Economy*”, *Rossiiskii Khimicheskii Zhurnal*, Vol. 52, No. 6, pp. 25–36.

WEINER, R.,J., (2002). “*Sheep in wolves’ clothing? Speculators and price volatility in petroleum futures*”. *The Quarterly Review of Economics and Finance* 42, pp. 391-400.

AGNOLUCCI, P. (2009). “*Volatility in crude oil futures: A comparison of the predictive ability of GARCH and implied volatility models*” *Energy Economics* 31, pp. 316-321.

MARZO, M. e ZAGAGLIA, P. (2007). “*Volatility forecasting for crude oil futures*”. *Research Papers in Economics 9, Stockholm University,, Department of Economics*.

BATALHA, J.M. e OLIVEIRA, F.N. (2009) “*Uma análise da volatilidade condicional dos preços do petróleo*”. *Revista de Economia e Administração*, v.8, pp. 78-119.

SAUTER, R. e AWEBUCH, S., (2003). “*Oil price volatility and economic activity: a survey and literature review*”. *IEA Research Paper*

GUJARATI, D. N. (2004), “*Basic Econometrics - 4th edition*”, McGraw-Hill

Sites consultados

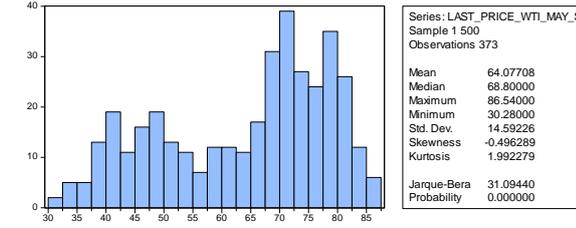
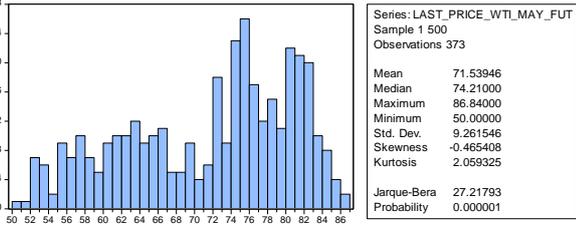
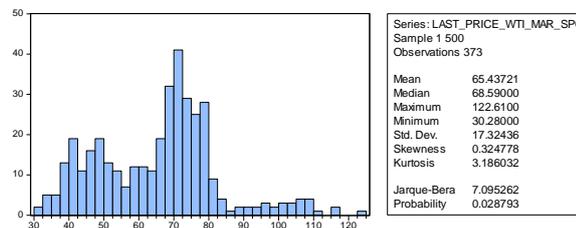
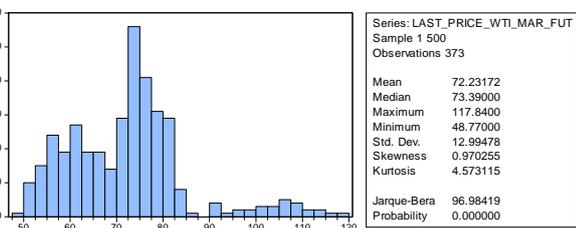
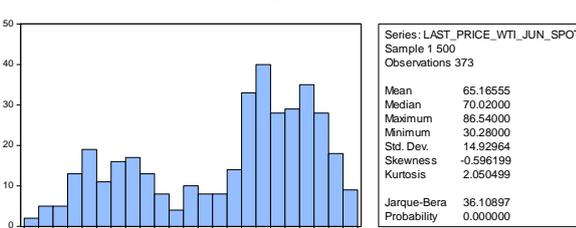
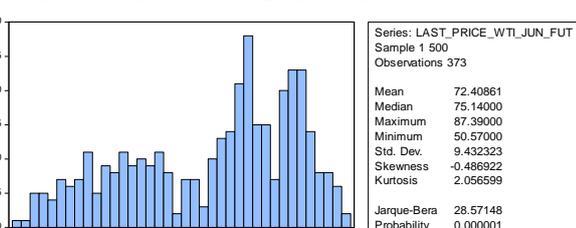
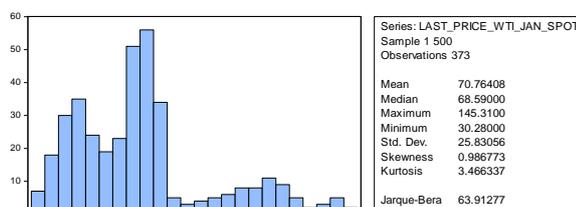
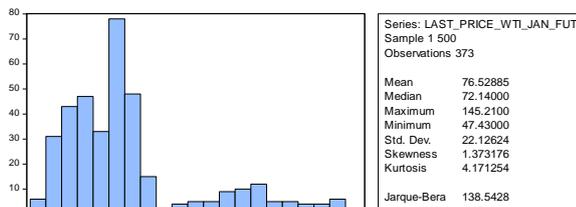
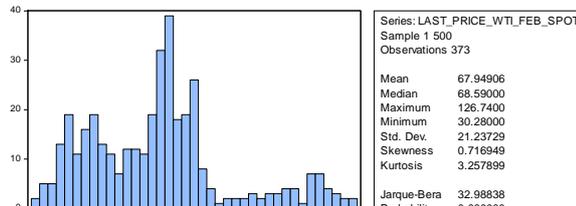
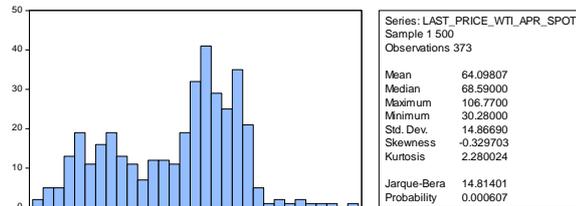
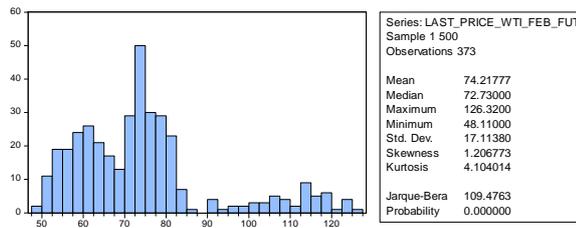
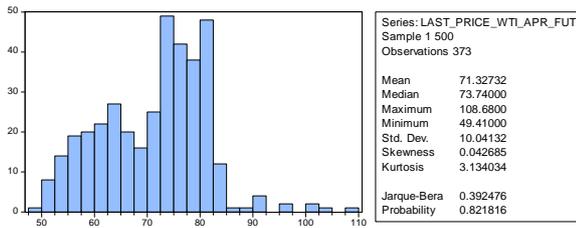
EIA<WWW.EIA.GOV> . Acesso em:12/09/2012

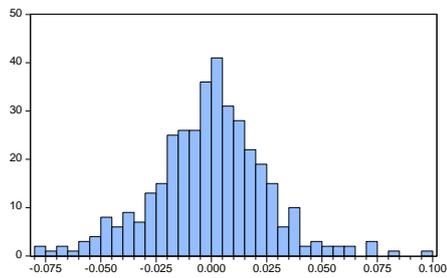
CME GROUP - <http://www.cmegroup.com/trading/energy/crude-oil/light-sweet-crude_contract_specifications.html>Acesso em: 10/09/2012

<http://www.cmegroup.com/trading/energy/crude-oil/light-sweet-crude_learn_more_education.html> Acesso em: 08/11/2012

BLOOMBERG - <<http://www.bloomberg.com/company/>>Acesso em: 08/11/2012

ANEXO I – RESUMOS ESTATÍSTICOS E HISTOGRAMA DAS SÉRIES

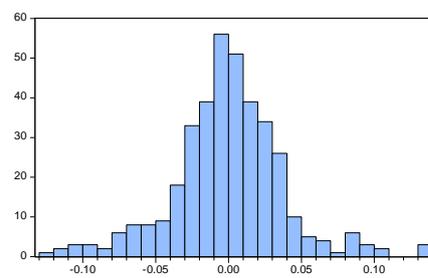




Series: RETURN_WTI_APR_FUT
 Sample 1 500
 Observations 372

Mean	-0.000782
Median	0.000322
Maximum	0.096584
Minimum	-0.079068
Std. Dev.	0.025833
Skewness	0.017732
Kurtosis	4.097607

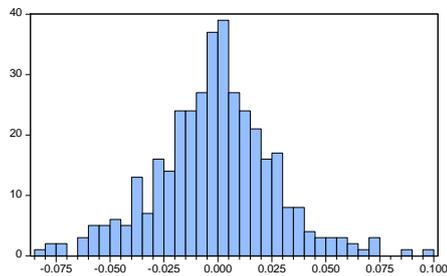
Jarque-Bera 18.69297
 Probability 0.000087



Series: RETURN_WTI_APR_SPOT
 Sample 1 500
 Observations 372

Mean	-0.000734
Median	-0.000209
Maximum	0.135455
Minimum	-0.127431
Std. Dev.	0.038388
Skewness	0.047385
Kurtosis	4.716755

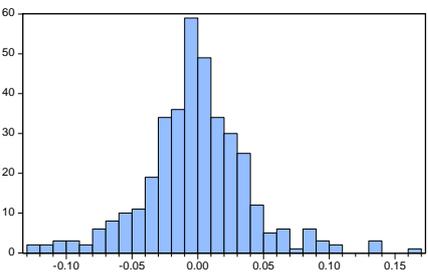
Jarque-Bera 45.82154
 Probability 0.000000



Series: RETURN_WTI_FEB_FUT
 Sample 1 500
 Observations 372

Mean	-0.001233
Median	-0.001042
Maximum	0.098119
Minimum	-0.081474
Std. Dev.	0.027478
Skewness	0.056833
Kurtosis	3.847355

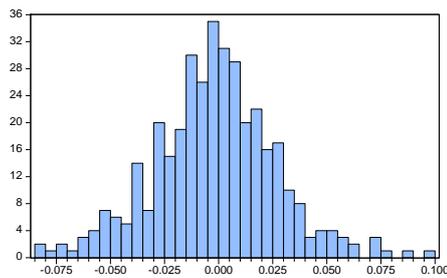
Jarque-Bera 11.32943
 Probability 0.003466



Series: RETURN_WTI_FEB_SPOT
 Sample 1 500
 Observations 372

Mean	-0.001227
Median	-0.001151
Maximum	0.164137
Minimum	-0.128267
Std. Dev.	0.040548
Skewness	0.174953
Kurtosis	4.871481

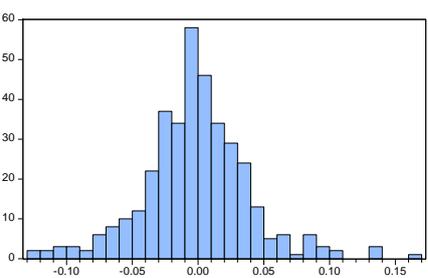
Jarque-Bera 56.18556
 Probability 0.000000



Series: RETURN_WTI_JAN_FUT
 Sample 1 500
 Observations 372

Mean	-0.001782
Median	-0.001363
Maximum	0.098604
Minimum	-0.082696
Std. Dev.	0.028227
Skewness	0.086053
Kurtosis	3.716190

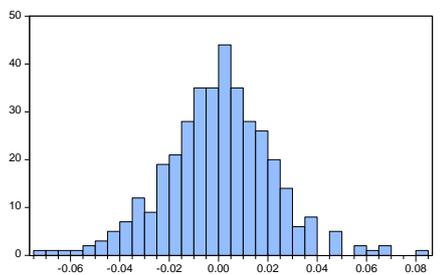
Jarque-Bera 8.409494
 Probability 0.014925



Series: RETURN_WTI_JAN_SPOT
 Sample 1 500
 Observations 372

Mean	-0.001781
Median	-0.001518
Maximum	0.164137
Minimum	-0.128267
Std. Dev.	0.040796
Skewness	0.202531
Kurtosis	4.775267

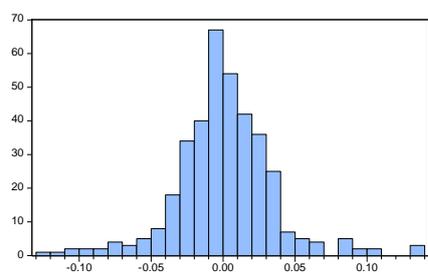
Jarque-Bera 51.39252
 Probability 0.000000



Series: RETURN_WTI_JUN_FUT
 Sample 1 500
 Observations 372

Mean	5.47e-05
Median	0.000437
Maximum	0.080546
Minimum	-0.072437
Std. Dev.	0.021870
Skewness	0.045856
Kurtosis	3.998195

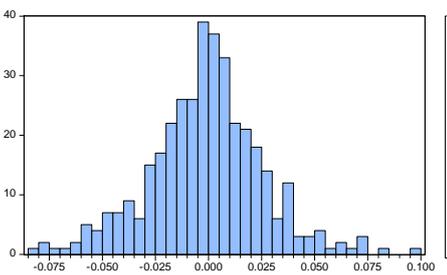
Jarque-Bera 15.57447
 Probability 0.000415



Series: RETURN_WTI_JUN_SPOT
 Sample 1 500
 Observations 372

Mean	0.000837
Median	-0.000142
Maximum	0.135455
Minimum	-0.127431
Std. Dev.	0.034584
Skewness	0.170808
Kurtosis	5.799988

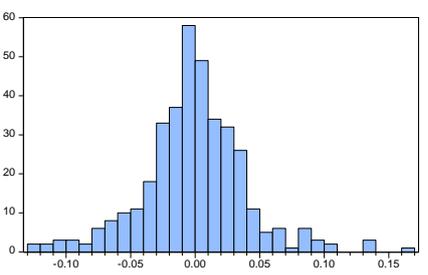
Jarque-Bera 123.3278
 Probability 0.000000



Series: RETURN_WTI_MAR_FUT
 Sample 1 500
 Observations 372

Mean	-0.001036
Median	-0.000421
Maximum	0.097531
Minimum	-0.080262
Std. Dev.	0.026925
Skewness	0.036196
Kurtosis	3.879962

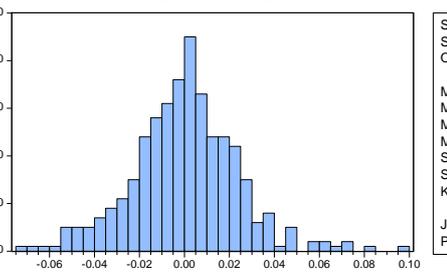
Jarque-Bera 12.08339
 Probability 0.002378



Series: RETURN_WTI_MAR_SPOT
 Sample 1 500
 Observations 372

Mean	-0.000988
Median	-0.000920
Maximum	0.164137
Minimum	-0.128267
Std. Dev.	0.040456
Skewness	0.161212
Kurtosis	4.902523

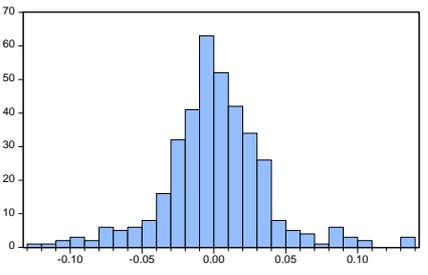
Jarque-Bera 57.71504
 Probability 0.000000



Series: RETURN_WTI_MAY_FUT
 Sample 1 500
 Observations 372

Mean	0.000363
Median	0.000920
Maximum	0.095712
Minimum	-0.073272
Std. Dev.	0.023783
Skewness	0.223217
Kurtosis	4.299103

Jarque-Bera 29.24807
 Probability 0.000000



Series: RETURN_WTI_MAY_SPOT
 Sample 1 500
 Observations 372

Mean	0.000726
Median	0.000113
Maximum	0.135455
Minimum	-0.127431
Std. Dev.	0.036586
Skewness	0.126164
Kurtosis	5.173233

Jarque-Bera 74.19246
 Probability 0.000000

14/08/2009	-3.64%	-4.43%	11/09/2009	-3.09%	-3.69%	13/10/2009	1.40%	1.17%	09/11/2009	-0.59%	-0.54%	09/12/2009	-3.10%	-2.68%	12/01/2010	-2.22%	-2.14%
13/08/2009	0.62%	0.70%	10/09/2009	0.48%	0.95%	12/10/2009	1.86%	2.06%	09/11/2009	2.45%	2.60%	08/12/2009	-1.99%	-1.78%	11/01/2010	-0.37%	-0.24%
12/08/2009	0.60%	0.89%	09/09/2009	0.15%	0.27%	09/10/2009	0.23%	0.08%	06/11/2009	-2.63%	-2.85%	07/12/2009	-1.32%	-2.04%	08/01/2010	0.31%	0.17%
11/08/2009	-1.74%	-1.61%	08/09/2009	3.87%	4.50%	08/10/2009	3.50%	2.96%	05/11/2009	-0.98%	-0.83%	04/12/2009	-1.10%	-1.33%	07/01/2010	-0.69%	-0.63%
10/08/2009	0.24%	-0.54%	04/09/2009	-0.17%	0.07%	07/10/2009	-1.52%	-1.58%	04/11/2009	0.99%	0.90%	03/12/2009	0.41%	-0.26%	06/01/2010	1.57%	1.67%
07/08/2009	-1.61%	-1.39%	03/09/2009	-0.40%	-0.19%	06/10/2009	0.74%	0.64%	03/11/2009	1.78%	1.90%	02/12/2009	-1.65%	-2.28%	05/01/2010	0.54%	0.27%
06/08/2009	-0.27%	-0.01%	02/09/2009	-0.31%	-0.12%	05/10/2009	0.14%	0.66%	02/11/2009	1.75%	1.34%	01/12/2009	1.32%	1.54%	04/01/2010	2.39%	2.65%
05/08/2009	0.92%	0.80%	01/09/2009	-2.55%	-2.69%	02/10/2009	-1.23%	-1.24%	30/10/2009	-3.25%	-3.57%	30/11/2009	1.69%	1.62%	31/12/2009	-0.24%	0.05%
04/08/2009	0.83%	-0.27%	31/08/2009	-3.76%	-3.85%	01/10/2009	0.48%	0.30%	29/10/2009	2.82%	3.12%	27/11/2009	-1.94%	-1.70%	30/12/2009	0.45%	0.61%
03/08/2009	2.48%	3.31%	28/08/2009	0.27%	0.32%	30/09/2009	5.16%	5.69%	28/10/2009	-2.64%	-2.63%	25/11/2009	2.55%	3.12%	29/12/2009	0.20%	0.25%
31/07/2009	1.98%	3.47%	27/08/2009	1.12%	1.54%	29/09/2009	-0.16%	-0.20%	27/10/2009	0.82%	1.06%	24/11/2009	-1.35%	-2.13%	28/12/2009	1.10%	2.37%
30/07/2009	4.86%	5.34%	26/08/2009	-0.55%	-0.31%	28/09/2009	1.04%	1.18%	26/10/2009	-2.26%	-1.89%	23/11/2009	0.25%	-0.44%	24/12/2009	1.76%	1.05%
29/07/2009	-4.50%	-5.85%	25/08/2009	-2.93%	-2.86%	25/09/2009	-0.19%	0.26%	23/10/2009	-0.61%	-0.88%	20/11/2009	-0.59%	-0.83%	23/12/2009	2.60%	3.41%
28/07/2009	-1.32%	-1.62%	24/08/2009	0.31%	0.76%	24/09/2009	-4.41%	-4.46%	22/10/2009	-0.06%	-0.26%	19/11/2009	-2.31%	-2.65%	22/12/2009	0.44%	1.05%
27/07/2009	-0.20%	2.04%	23/08/2009	1.07%	0.99%	23/09/2009	-3.36%	-3.94%	21/10/2009	2.81%	2.70%	18/11/2009	0.53%	0.59%	21/12/2009	-0.95%	-0.81%
24/07/2009	1.19%	1.29%	20/08/2009	-1.33%	-0.19%	22/09/2009	2.31%	2.49%	20/10/2009	-0.79%	-0.76%	17/11/2009	0.33%	0.22%	18/12/2009	0.75%	0.99%
23/07/2009	2.46%	2.33%	19/08/2009	2.93%	4.68%	21/09/2009	-3.66%	-3.12%	19/10/2009	1.11%	1.18%	16/11/2009	2.95%	3.31%	17/12/2009	-0.74%	-0.08%
22/07/2009	0.87%	-0.36%	18/08/2009	2.52%	3.68%	18/09/2009	-0.33%	-0.73%	16/10/2009	1.14%	1.27%	13/11/2009	-0.81%	-1.18%	16/12/2009	1.55%	2.82%
21/07/2009	0.24%	1.37%	17/08/2009	-0.93%	-1.18%	17/09/2009	0.44%	-0.03%	15/10/2009	3.07%	3.08%	12/11/2009	-2.44%	-2.44%	15/12/2009	0.21%	1.63%
20/07/2009	1.56%	0.58%	14/08/2009	-3.53%	-4.43%	16/09/2009	1.95%	2.36%	14/10/2009	0.96%	1.47%	11/11/2009	0.50%	0.19%	14/12/2009	-0.03%	-0.55%
17/07/2009	2.20%	2.37%	13/08/2009	0.53%	0.70%	15/09/2009	2.24%	2.79%	13/10/2009	1.38%	1.17%	10/11/2009	-0.58%	-0.54%	11/12/2009	-0.08%	-0.97%
16/07/2009	1.22%	0.94%	12/08/2009	0.56%	0.89%	14/09/2009	-0.24%	-0.69%	12/10/2009	1.82%	2.06%	09/11/2009	2.43%	2.60%	10/12/2009	-0.38%	-0.18%
15/07/2009	3.70%	3.09%	11/08/2009	-1.72%	-1.61%	11/09/2009	-3.00%	-3.69%	09/10/2009	0.24%	0.08%	06/11/2009	-2.57%	-2.85%	09/12/2009	-3.13%	-2.68%
14/07/2009	-0.09%	-0.12%	10/08/2009	0.27%	-0.54%	10/09/2009	0.52%	0.95%	08/10/2009	3.51%	2.96%	05/11/2009	-0.96%	-0.83%	08/12/2009	-2.05%	-1.78%
13/07/2009	-0.53%	-0.40%	07/08/2009	-1.62%	-1.39%	09/09/2009	0.08%	0.27%	07/10/2009	-1.50%	-1.58%	04/11/2009	0.96%	0.90%	07/12/2009	-1.29%	-2.04%
10/07/2009	-1.14%	-0.71%	06/08/2009	-0.28%	-0.01%	08/09/2009	3.79%	4.50%	06/10/2009	0.69%	0.64%	03/11/2009	1.79%	1.90%	04/12/2009	-1.04%	-1.33%
09/07/2009	0.75%	0.35%	05/08/2009	0.93%	0.80%	04/09/2009	-0.20%	0.07%	05/10/2009	0.10%	0.66%	02/11/2009	1.80%	1.34%	03/12/2009	0.40%	-0.26%
08/07/2009	-3.52%	-4.44%	04/08/2009	0.86%	-0.27%	03/09/2009	-0.45%	-0.19%	02/10/2009	-1.28%	-1.24%	30/10/2009	-3.22%	-3.57%	02/12/2009	-1.63%	-2.28%
07/07/2009	-1.45%	-1.86%	03/08/2009	2.38%	3.31%	02/09/2009	-0.38%	-0.12%	01/10/2009	0.42%	0.30%	29/10/2009	2.78%	3.12%	01/12/2009	1.29%	1.54%
06/07/2009	-3.81%	-4.01%	31/07/2009	1.85%	3.47%	01/09/2009	-2.48%	-2.69%	30/09/2009	5.03%	5.69%	28/10/2009	-2.64%	-2.63%	30/11/2009	1.68%	1.62%
02/07/2009	-2.97%	-3.88%	30/07/2009	4.80%	5.34%	31/08/2009	-3.72%	-3.85%	29/09/2009	-0.13%	-0.20%	27/10/2009	0.83%	1.06%	27/11/2009	-1.81%	-1.70%
01/07/2009	-0.40%	-0.72%	29/07/2009	-4.28%	-5.85%	28/08/2009	0.21%	0.32%	28/09/2009	1.00%	1.18%	26/10/2009	-2.22%	-1.89%	25/11/2009	2.55%	3.12%
30/06/2009	-1.87%	-2.34%	28/07/2009	-1.23%	-1.62%	27/08/2009	1.11%	1.54%	25/09/2009	-0.22%	0.26%	23/10/2009	-0.56%	-0.88%	24/11/2009	-1.30%	-2.13%
29/06/2009	2.91%	3.29%	27/07/2009	-0.24%	2.04%	26/08/2009	-0.49%	-0.31%	24/09/2009	-4.26%	-4.46%	22/10/2009	-0.05%	-0.26%	23/11/2009	0.23%	-0.44%
26/06/2009	-1.41%	-0.78%	24/07/2009	1.09%	1.29%	25/08/2009	-2.84%	-2.86%	23/09/2009	-3.22%	-3.94%	21/10/2009	2.79%	2.70%	20/11/2009	-0.55%	-0.83%
25/06/2009	2.06%	2.26%	23/07/2009	2.38%	2.33%	24/08/2009	0.28%	0.76%	22/09/2009	2.28%	2.49%	20/10/2009	-0.76%	-0.76%	19/11/2009	-2.27%	-2.65%
24/06/2009	-0.53%	-0.98%	22/07/2009	0.98%	-0.36%	21/08/2009	1.05%	0.99%	21/09/2009	-3.61%	-3.12%	19/10/2009	1.09%	1.18%	18/11/2009	0.55%	0.59%
23/06/2009	2.03%	2.53%	21/07/2009	0.27%	1.37%	20/08/2009	-1.39%	-0.19%	18/09/2009	-0.32%	-0.73%	16/10/2009	1.15%	1.27%	17/11/2009	0.35%	0.22%
22/06/2009	-3.46%	-3.67%	20/07/2009	1.57%	0.58%	19/08/2009	2.83%	4.68%	17/09/2009	0.44%	-0.03%	15/10/2009	3.01%	3.08%	16/11/2009	2.93%	3.31%
19/06/2009	-2.09%	-2.58%	17/07/2009	2.18%	2.37%	18/08/2009	2.49%	3.68%	16/09/2009	1.88%	2.36%	14/10/2009	0.93%	1.47%	13/11/2009	-0.81%	-1.18%
18/06/2009	-0.05%	0.49%	16/07/2009	1.33%	0.94%	17/08/2009	-0.88%	-1.18%	15/09/2009	2.16%	2.79%	13/10/2009	1.33%	1.17%	12/11/2009	-2.36%	-2.44%
17/06/2009	0.91%	0.85%	15/07/2009	3.69%	3.09%	14/08/2009	-3.41%	-4.43%	14/09/2009	-0.14%	-0.69%	12/10/2009	1.79%	2.06%	11/11/2009	0.52%	0.19%
16/06/2009	-0.52%	-0.10%	14/07/2009	-0.14%	-0.12%	13/08/2009	0.46%	0.70%	11/09/2009	-2.91%	-3.69%	09/10/2009	0.28%	0.08%	10/11/2009	-0.59%	-0.54%
15/06/2009	-1.74%	-2.23%	13/07/2009	-0.55%	-0.40%	12/08/2009	0.50%	0.89%	10/09/2009	0.55%	0.95%	08/10/2009	3.49%	2.96%	09/11/2009	2.39%	2.60%
12/06/2009	-0.85%	-0.77%	10/07/2009	-1.10%	-0.71%	11/08/2009	-1.70%	-1.61%	09/09/2009	0.05%	0.27%	07/10/2009	-1.49%	-1.58%	06/11/2009	-2.52%	-2.85%
11/06/2009	1.58%	1.82%	09/07/2009	0.82%	0.35%	10/08/2009	0.32%	-0.54%	08/09/2009	3.70%	4.50%	06/10/2009	0.63%	0.64%	05/11/2009	-0.97%	-0.83%
10/06/2009	1.09%	1.92%	08/07/2009	-3.39%	-4.44%	07/08/2009	-1.65%	-1.39%	04/09/2009	-0.22%	0.07%	05/10/2009	0.07%	0.66%	04/11/2009	0.92%	0.90%
09/06/2009	1.76%	2.85%	07/07/2009	-1.37%	-1.86%	06/08/2009	-0.27%	-0.01%	03/09/2009	-0.48%	-0.19%	02/10/2009	-1.27%	-1.24%	03/11/2009	1.81%	1.90%
08/06/2009	-0.14%	-0.56%	06/07/2009	-3.74%	-4.01%	05/08/2009	0.93%	0.80%	02/09/2009	-0.43%	-0.12%	01/10/2009	0.37%	0.30%	02/11/2009	1.84%	1.34%
05/06/2009	-0.14%	-0.54%	02/07/2009	-2.90%	-3.88%	04/08/2009	0.85%	-0.27%	01/09/2009	-2.42%	-2.69%	30/09/2009	4.90%	5.69%	30/10/2009	-3.19%	-3.57%
04/06/2009	3.25%	3.94%	01/07/2009	-0.34%	-0.72%	03/08/2009	2.25%	3.31%	31/08/2009	-3.65%	-3.85%	29/09/2009	-0.11%	-0.20%	29/10/2009	2.73%	3.12%
03/06/2009	-2.13%	-3.62%	30/06/2009	-1.85%	-2.34%	31/07/2009	1.75%	3.47%	28/08/2009	0.16%	0.32%	28/09/2009	0.95%	1.18%	28/10/2009	-2.62%	-2.63%
02/06/2009	1.00%	-0.01%	29/06/2009	2.87%	3.29%	30/07/2009	4.75%	5.34%	27/08/2009	1.09%	1.54%	25/09/2009	-0.25%	0.26%	27/10/2009	0.81%	1.06%
01/06/2009	3.25%	3.38%	28/06/2009	-1.39%	-0.78%	29/07/2009	-4.06%	-5.85%	26/08/2009	-0.44%	-0.31%	24/09/2009	-4.09%	-4.46%	26/10/2009	-2.20%	-1.89%
29/05/2009	1.52%	1.86%	25/06/2009	1.99%	2.26%	28/07/2009	-1.19%	-1.62%	25/08/2009	-2.78%	-2.86%	23/09/2009	-3.10%	-3.94%	23/10/2009	-0.51%	-0.88%
28/05/2009	2.84%	2.61%	24/06/2009	-0.47%	-0.98%	27/07/2009	-0.28%	2.04%	24/08/2009	0.27%	0.76%	22/09/2009	2.25%	2.49%	22/10/2009	-0.05%	-0.26%
27/05/2009	1.51%	1.48%	23/06/2009	1.95%	2.53%	24/07/2009	0.98%	1.29%	21/08/2009	1.05%	0.99%	21/09/2009	-3.57%	-3.12%	21/10/2009	2.77%	2.70%
26/05/2009	0.44%	2.15%	22/06/2009	-3.37%	-3.67%	23/07/2009	2.35%	2.33%	20/08/2009	-1.44%	-0.19%	18/09/2009	-0.33%	-0.73%	20/10/2009	-0.71%	-0.76%
22/05/2009	0.97%	1.09%	19/06/2009	-2.06%	-2.58%	22/07/2009	1.09%	-0.36%	19/08/2009	2.73%	4.68%	17/09/2009	0.45%	-0.03%	19/10/2009	1.06%	1.18%
21/05/2009	-0.82%	-1.57%	18/06/2009	-0.09%	0.49%	21/07/2009	0.28%	1.37%	18/08/2009	2.47%	3.68%	16/09/2009	1.80%	2.36%	16/10/2009	1.15%	1.27%
20/05/2009	1.68%	3.19%	17/06/2009	0.89%	0.85%	20/07/2009	1.61%	0.58%	17/08/2009	-0.86%	-1.18%	15/09/2009	2.10%	2.79%</			

07/04/2009	-1.56%	-3.93%	05/05/2009	-1.18%	-1.18%	05/06/2009	-0.07%	-0.54%	06/07/2009	-3.61%	-4.01%	03/08/2009	2.12%	3.31%	02/09/2009	-0.56%	-0.12%
06/04/2009	-1.13%	-2.74%	04/05/2009	2.92%	4.26%	04/06/2009	3.14%	3.94%	02/07/2009	-2.81%	-3.88%	31/07/2009	1.55%	3.47%	01/08/2009	-2.23%	-2.69%
03/04/2009	0.65%	-0.17%	01/05/2009	3.68%	3.57%	03/06/2009	-1.76%	-3.62%	01/07/2009	-0.28%	-0.72%	30/07/2009	4.65%	5.34%	31/08/2009	-3.50%	-3.85%
02/04/2009	7.41%	8.22%	30/04/2009	0.17%	0.32%	02/06/2009	1.25%	-0.01%	30/06/2009	-1.76%	-2.34%	29/07/2009	-3.68%	-5.85%	28/08/2009	0.04%	0.32%
01/04/2009	-2.04%	-2.41%	29/04/2009	1.94%	2.38%	01/06/2009	3.08%	3.38%	29/06/2009	2.74%	3.29%	28/07/2009	-1.17%	-1.62%	27/08/2009	1.04%	1.54%
31/03/2009	1.17%	2.34%	28/04/2009	-0.85%	-0.57%	29/05/2009	1.38%	1.86%	26/06/2009	-1.37%	-0.78%	27/07/2009	-0.48%	2.04%	26/08/2009	-0.35%	-0.31%
30/03/2009	-5.16%	-7.77%	27/04/2009	-1.86%	-2.72%	28/05/2009	2.78%	2.61%	25/06/2009	1.78%	2.26%	24/07/2009	0.79%	1.29%	25/08/2009	-2.67%	-2.86%
27/03/2009	-2.18%	-2.75%	24/04/2009	2.53%	4.42%	27/05/2009	1.43%	1.48%	24/06/2009	-0.40%	-0.98%	23/07/2009	2.28%	2.33%	24/08/2009	0.25%	0.76%
26/03/2009	2.19%	3.07%	23/04/2009	-0.54%	2.19%	26/05/2009	0.35%	2.15%	23/06/2009	1.86%	2.53%	22/07/2009	1.27%	-0.36%	21/08/2009	1.05%	0.99%
25/03/2009	-2.50%	-2.12%	22/04/2009	0.12%	1.62%	22/05/2009	0.94%	1.09%	22/06/2009	-3.21%	-3.67%	21/07/2009	0.43%	1.37%	20/08/2009	-1.48%	-0.19%
24/03/2009	-0.67%	0.58%	21/04/2009	-0.12%	1.80%	21/05/2009	-0.79%	-1.57%	19/06/2009	-1.97%	-2.58%	20/07/2009	1.71%	0.58%	19/08/2009	2.55%	4.68%
23/03/2009	3.88%	2.87%	20/04/2009	-5.00%	-9.45%	20/05/2009	1.37%	3.19%	18/06/2009	-0.17%	0.49%	17/07/2009	2.19%	2.37%	18/08/2009	2.40%	3.68%
20/03/2009	0.95%	0.17%	17/04/2009	-0.21%	0.78%	19/05/2009	0.66%	0.89%	17/06/2009	0.86%	0.85%	16/07/2009	1.50%	0.94%	17/08/2009	-0.83%	-1.18%
19/03/2009	6.15%	6.71%	16/04/2009	0.71%	1.43%	18/05/2009	3.39%	4.28%	16/06/2009	-0.52%	-0.10%	15/07/2009	3.61%	3.09%	14/08/2009	-3.12%	-4.43%
18/03/2009	0.55%	-1.75%	15/04/2009	-1.23%	-0.51%	15/05/2009	-3.85%	-3.58%	15/06/2009	-1.56%	-2.23%	14/07/2009	-0.23%	-0.12%	13/08/2009	0.31%	0.70%
17/03/2009	4.14%	3.41%	14/04/2009	-0.41%	-1.42%	14/05/2009	0.46%	1.00%	12/06/2009	-0.91%	-0.77%	13/07/2009	-0.59%	-0.40%	12/08/2009	0.39%	0.89%
16/03/2009	1.71%	2.37%	13/04/2009	-2.54%	-3.94%	13/05/2009	-1.04%	-1.39%	11/06/2009	1.24%	1.82%	10/07/2009	-0.95%	-0.71%	11/08/2009	-1.58%	-1.61%
13/03/2009	-1.13%	-1.48%	09/04/2009	2.95%	5.65%	05/05/2009	0.41%	1.75%	10/06/2009	0.81%	1.92%	09/07/2009	0.95%	0.35%	10/08/2009	0.44%	-0.54%
12/03/2009	6.42%	9.97%	08/04/2009	0.49%	0.49%	11/05/2009	-0.31%	-1.36%	09/06/2009	1.56%	2.85%	08/07/2009	-3.10%	-4.44%	07/08/2009	-1.70%	-1.39%
11/03/2009	-4.09%	-7.31%	07/04/2009	-1.51%	-3.93%	08/05/2009	1.53%	3.31%	08/06/2009	0.04%	-0.56%	07/07/2009	-1.31%	-1.86%	06/08/2009	-0.19%	-0.01%
10/03/2009	0.31%	-2.87%	06/04/2009	-1.10%	-2.74%	07/05/2009	0.05%	0.67%	05/06/2009	-0.03%	-0.54%	06/07/2009	-3.56%	-4.01%	05/08/2009	0.84%	0.80%
09/03/2009	-0.84%	3.42%	03/04/2009	0.61%	-0.17%	06/05/2009	2.42%	4.51%	04/06/2009	3.11%	3.94%	02/07/2009	-2.76%	-3.88%	04/08/2009	0.83%	-0.27%
06/03/2009	2.12%	4.25%	02/04/2009	7.29%	8.22%	05/05/2009	-1.19%	-1.18%	03/06/2009	-1.57%	-3.62%	01/07/2009	-0.27%	-0.72%	03/08/2009	2.07%	3.31%
05/03/2009	-1.81%	-3.92%	26/03/2009	2.14%	3.07%	28/04/2009	-0.77%	-0.57%	27/05/2009	1.40%	1.48%	24/06/2009	-0.38%	-0.98%	27/07/2009	-0.50%	2.04%
04/03/2009	4.14%	8.55%	01/04/2009	1.17%	2.34%	01/05/2009	3.62%	3.57%	02/06/2009	3.00%	3.38%	29/06/2009	2.69%	3.29%	31/07/2009	4.59%	5.34%
03/03/2009	2.15%	3.68%	30/03/2009	-5.00%	-7.77%	30/04/2009	0.17%	0.32%	29/05/2009	1.31%	1.86%	26/06/2009	-1.37%	-0.78%	29/07/2009	-3.53%	-5.85%
02/03/2009	-7.77%	-9.70%	27/03/2009	-2.14%	-2.75%	29/04/2009	1.95%	2.38%	28/05/2009	2.69%	2.61%	25/06/2009	1.67%	2.26%	28/07/2009	-1.14%	-1.62%
27/02/2009	-1.48%	2.22%	26/03/2009	2.14%	3.07%	28/04/2009	-0.77%	-0.57%	27/05/2009	1.40%	1.48%	24/06/2009	-0.38%	-0.98%	27/07/2009	-0.50%	2.04%
26/02/2009	4.61%	3.63%	25/03/2009	-2.46%	-2.12%	27/04/2009	-1.79%	-2.72%	26/05/2009	0.31%	2.15%	23/06/2009	1.82%	2.53%	24/07/2009	0.71%	1.29%
25/02/2009	1.74%	6.91%	24/03/2009	-0.70%	0.58%	24/04/2009	2.47%	4.42%	22/05/2009	0.93%	1.09%	22/06/2009	-3.14%	-3.67%	23/07/2009	2.25%	2.33%
24/02/2009	2.34%	3.14%	23/03/2009	3.85%	2.87%	23/04/2009	-0.61%	2.19%	21/05/2009	-0.77%	-1.57%	19/06/2009	-1.93%	-2.58%	22/07/2009	1.37%	-0.36%
23/02/2009	-0.46%	-4.39%	20/03/2009	0.97%	0.17%	22/04/2009	0.12%	1.62%	20/05/2009	1.22%	3.19%	18/06/2009	-0.20%	0.49%	21/07/2009	0.49%	1.37%
22/02/2009	-1.26%	-0.63%	19/03/2009	6.17%	6.71%	19/04/2009	-0.14%	1.80%	19/05/2009	0.66%	0.89%	17/06/2009	0.84%	0.85%	20/07/2009	1.77%	0.58%
19/02/2009	5.78%	13.30%	18/03/2009	0.71%	-1.75%	20/04/2009	-4.81%	-9.45%	18/05/2009	3.32%	4.28%	16/06/2009	-0.49%	-0.10%	17/07/2009	2.17%	2.37%
18/02/2009	-4.31%	-0.83%	17/03/2009	4.04%	3.41%	17/04/2009	-0.28%	0.78%	15/05/2009	-3.82%	-3.58%	15/06/2009	-1.50%	-2.23%	16/07/2009	1.55%	0.94%
17/02/2009	-7.22%	-7.36%	16/03/2009	1.75%	2.37%	16/04/2009	0.68%	1.43%	14/05/2009	0.44%	1.00%	12/06/2009	-0.94%	-0.77%	15/07/2009	3.55%	3.09%
13/02/2009	-2.50%	10.06%	13/03/2009	-1.01%	-1.48%	15/04/2009	-1.18%	-0.51%	13/05/2009	-1.04%	-1.39%	11/06/2009	1.15%	1.82%	14/07/2009	-0.24%	-0.12%
12/02/2009	0.37%	-5.43%	12/03/2009	6.24%	9.97%	14/04/2009	-0.39%	-1.42%	12/05/2009	0.42%	1.75%	10/06/2009	0.70%	1.92%	13/07/2009	-0.60%	-0.40%
11/02/2009	0.00%	-4.38%	11/03/2009	-3.86%	-7.31%	13/04/2009	-2.50%	-3.94%	11/05/2009	-0.29%	-1.36%	09/06/2009	1.51%	2.85%	10/07/2009	-0.90%	-0.71%
10/02/2009	-2.88%	-5.29%	10/03/2009	0.38%	-2.87%	09/04/2009	2.87%	5.65%	08/05/2009	1.45%	3.31%	08/06/2009	0.09%	-0.56%	09/07/2009	1.02%	0.35%
09/02/2009	-0.27%	-1.65%	09/03/2009	-0.84%	3.42%	08/04/2009	0.47%	0.49%	07/05/2009	0.02%	0.67%	05/06/2009	0.03%	-0.54%	08/07/2009	-0.55%	-4.44%
06/02/2009	0.86%	-2.24%	06/03/2009	1.95%	4.25%	07/04/2009	-1.43%	-3.93%	06/05/2009	2.32%	4.51%	04/06/2009	3.07%	3.94%	07/07/2009	-1.32%	-1.86%
05/02/2009	2.59%	2.16%	05/03/2009	-1.74%	-3.92%	06/04/2009	-1.06%	-2.74%	05/05/2009	-1.21%	-1.18%	03/06/2009	-1.40%	-3.62%	06/07/2009	-3.52%	-4.01%
04/02/2009	1.51%	-1.48%	04/03/2009	3.85%	8.55%	05/04/2009	0.57%	-0.17%	04/05/2009	2.68%	4.26%	02/06/2009	1.50%	-0.01%	02/07/2009	-2.69%	-3.88%
03/02/2009	0.13%	-1.17%	03/03/2009	2.07%	3.68%	02/04/2009	7.16%	8.22%	01/05/2009	3.56%	3.57%	01/06/2009	2.92%	3.38%	01/07/2009	-0.28%	-0.72%
02/02/2009	-3.72%	-0.91%	02/03/2009	-7.65%	-9.70%	01/04/2009	-1.97%	-2.41%	30/04/2009	0.17%	0.32%	29/05/2009	1.23%	1.86%	30/06/2009	-1.67%	-2.34%
30/01/2009	-1.20%	0.36%	27/02/2009	-1.52%	2.22%	31/03/2009	1.16%	2.34%	29/04/2009	1.96%	2.38%	28/05/2009	2.63%	2.61%	29/06/2009	2.65%	3.29%
29/01/2009	0.52%	-1.10%	26/02/2009	4.45%	3.63%	30/03/2009	-4.86%	-7.77%	28/04/2009	-0.69%	-0.57%	27/05/2009	1.34%	1.48%	26/06/2009	-1.38%	-0.78%
28/01/2009	2.53%	0.88%	25/02/2009	1.59%	6.91%	27/03/2009	-2.08%	-2.75%	27/04/2009	-1.73%	-2.72%	26/05/2009	0.27%	2.15%	25/06/2009	1.57%	2.26%
27/01/2009	-2.74%	-10.97%	24/02/2009	2.27%	3.14%	26/03/2009	2.12%	3.07%	24/04/2009	2.41%	4.42%	22/05/2009	0.93%	1.09%	24/06/2009	-0.36%	-0.98%
26/01/2009	-2.16%	3.01%	23/02/2009	-0.40%	-4.39%	25/03/2009	-2.42%	-2.12%	23/04/2009	-0.64%	2.19%	21/05/2009	-0.75%	-1.57%	23/06/2009	1.78%	2.53%
23/01/2009	4.53%	6.38%	20/02/2009	-1.20%	-0.63%	24/03/2009	-0.72%	0.58%	22/04/2009	0.12%	1.62%	20/05/2009	1.10%	3.19%	22/06/2009	-3.07%	-3.67%
22/01/2009	0.42%	-0.54%	19/02/2009	5.72%	13.30%	23/03/2009	3.80%	2.87%	21/04/2009	-0.13%	1.80%	19/05/2009	0.65%	0.89%	19/06/2009	-1.90%	-2.58%
21/01/2009	-1.12%	9.84%	18/02/2009	-4.31%	-0.83%	20/03/2009	0.99%	0.17%	20/04/2009	-4.66%	-9.45%	18/05/2009	3.24%	4.28%	18/06/2009	-0.21%	0.49%
20/01/2009	-6.01%	8.63%	17/02/2009	-7.11%	-7.36%	19/03/2009	6.17%	6.71%	17/04/2009	-0.32%	0.78%	15/05/2009	-3.79%	-3.58%	17/06/2009	0.82%	0.85%
16/01/2009	-1.31%	-0.08%	13/02/2009	-2.47%	10.06%	18/03/2009	0.84%	-1.75%	16/04/2009	0.66%	1.43%	14/05/2009	0.42%	1.00%	16/06/2009	-0.47%	-0.10%
15/01/2009	-0.07%	-5.55%	12/02/2009	0.42%	-5.43%	17/03/2009	3.95%	3.41%	15/04/2009	-1.15%	-0.51%	13/05/2009	-1.03%	-1.39%	15/06/2009	-1.44%	-2.23%
14/01/2009	-0.10%	-0.90%	11/02/2009	0.15%	-4.38%	16/03/2009	1.75%	2.37%	14/04/2009	-0.35%	-1.42%	12/05/2009	0.44%	1.75%	12/06/2009	-0.97%	-0.77%
13/01/2009	2.05%	0.32%	10/02/2009	-2.80%	-5.29%	13/03/2009	-0.89%	-1.48%	13/04/2009	-2.47%	-3.94%	11/05/2009	-0.29%	-1.36%	11/06/2009	1.05%	1.82%
12/01/2009	-2.52%	-7.76%	09/02/2009	-0.25%	-1.65%	12/03/2009	6.09%	9.97%	09/04/2009	2.79%	5.65%	08/05/2009	1.39%	3.31%	10/06/2009	0.59%	1.92%
09/01/2009	0.42%	-2.40%	06/02/2009	0.89%	-2.24%	11/03/2009	-3.63%	-7.31%	08/04/2009	0.43%	0.49%	07/05/2009	0.02%				

25/11/2008	-4.54%	-6.97%	23/12/2008	-0.97%	-2.67%	27/01/2009	-2.46%	-10.97%	25/02/2009	1.38%	6.91%	25/03/2009	-2.30%	-2.12%	27/04/2009	-1.65%	-2.72%
24/11/2008	7.01%	8.58%	22/12/2008	-4.99%	-6.44%	26/01/2009	-2.29%	3.01%	24/02/2009	2.11%	3.14%	24/03/2009	-0.77%	0.58%	24/04/2009	2.29%	4.42%
21/11/2008	0.67%	0.73%	19/12/2008	0.92%	-10.19%	23/01/2009	4.23%	6.38%	23/02/2009	-0.27%	-4.39%	23/03/2009	3.64%	2.87%	23/04/2009	-0.69%	2.19%
20/11/2008	-6.24%	-9.33%	18/12/2008	-3.09%	-8.95%	22/01/2009	0.29%	-0.54%	20/02/2009	-1.14%	-0.63%	20/03/2009	1.10%	0.17%	22/04/2009	0.12%	1.62%
19/11/2008	0.28%	-1.44%	17/12/2008	-1.22%	-8.74%	21/01/2009	-1.46%	9.84%	19/02/2009	5.61%	13.30%	19/03/2009	6.16%	6.71%	21/04/2009	-0.07%	1.80%
18/11/2008	-1.97%	-1.31%	16/12/2008	-1.24%	-1.74%	20/01/2009	-5.83%	8.63%	18/02/2009	-4.34%	-0.83%	18/03/2009	0.98%	-1.75%	20/04/2009	-4.47%	-9.45%
17/11/2008	-3.12%	-3.63%	15/12/2008	-1.56%	-3.65%	16/01/2009	-1.21%	-0.08%	17/02/2009	-6.85%	-7.36%	17/03/2009	3.78%	3.41%	17/04/2009	-0.39%	0.78%
14/11/2008	-1.74%	-1.96%	12/12/2008	-1.55%	-3.19%	15/01/2009	-0.15%	-5.55%	13/02/2009	-2.38%	10.06%	16/03/2009	1.66%	2.37%	16/04/2009	0.61%	1.43%
13/11/2008	3.09%	4.13%	11/12/2008	7.43%	10.29%	14/01/2009	-0.13%	-0.90%	12/02/2009	0.60%	-5.43%	13/03/2009	-0.71%	-1.48%	15/04/2009	-1.10%	-0.51%
12/11/2008	-4.39%	-5.95%	10/12/2008	-0.82%	2.59%	13/01/2009	1.86%	0.32%	11/02/2009	0.37%	-4.38%	12/03/2009	5.91%	9.97%	14/04/2009	-0.31%	-1.42%
11/11/2008	-3.83%	-4.62%	09/12/2008	-3.90%	-3.94%	12/01/2009	-2.29%	-7.76%	10/02/2009	-2.64%	-5.29%	11/03/2009	-3.25%	-7.31%	13/04/2009	-2.41%	-3.94%
10/11/2008	0.75%	1.83%	08/12/2008	5.50%	6.33%	09/01/2009	0.46%	-2.40%	09/02/2009	-0.23%	-1.65%	10/03/2009	0.52%	-2.87%	09/04/2009	2.65%	5.65%
07/11/2008	0.44%	0.56%	05/12/2008	-4.80%	-6.58%	08/01/2009	-0.36%	-2.53%	06/02/2009	0.92%	-2.24%	09/03/2009	-0.89%	3.42%	08/04/2009	0.33%	0.49%
06/11/2008	-5.16%	-7.44%	04/12/2008	-3.96%	-6.60%	07/01/2009	-5.40%	-12.74%	05/02/2009	2.36%	2.16%	06/03/2009	1.59%	4.25%	07/04/2009	-1.17%	-3.93%
05/11/2008	-5.68%	-7.37%	03/12/2008	0.86%	-0.55%	06/01/2009	0.20%	-0.10%	04/02/2009	1.57%	-1.48%	05/03/2009	-1.49%	-3.92%	06/04/2009	-0.86%	-2.74%
04/11/2008	9.86%	9.65%	02/12/2008	-2.86%	-4.75%	05/01/2009	2.73%	5.15%	03/02/2009	0.15%	-1.17%	04/03/2009	3.24%	8.55%	03/04/2009	0.58%	-0.17%
03/11/2008	-3.98%	-6.32%	01/12/2008	-6.49%	-11.24%	02/01/2009	2.43%	3.46%	02/02/2009	-3.55%	-0.91%	03/03/2009	1.83%	3.68%	02/04/2009	6.82%	8.22%
31/10/2008	2.51%	3.45%	28/11/2008	0.16%	1.85%	31/12/2008	8.42%	13.55%	30/01/2009	-1.22%	0.36%	02/03/2009	-7.33%	-9.70%	01/04/2009	-1.91%	-2.41%
30/10/2008	-0.64%	-2.49%	26/11/2008	5.20%	8.03%	30/12/2008	0.66%	-2.38%	29/01/2009	0.35%	-1.10%	27/02/2009	-1.69%	2.22%	31/03/2009	1.12%	2.34%
29/10/2008	7.31%	7.14%	25/11/2008	-4.42%	-6.97%	29/12/2008	3.57%	5.97%	28/01/2009	2.42%	0.88%	26/02/2009	3.98%	3.63%	30/03/2009	-4.48%	-7.77%
28/10/2008	-1.34%	1.41%	24/11/2008	6.83%	8.58%	26/12/2008	4.90%	13.18%	27/01/2009	-2.37%	-10.97%	25/02/2009	1.32%	6.91%	27/03/2009	-1.92%	-2.75%
27/10/2008	-1.49%	-2.27%	21/11/2008	0.66%	0.73%	24/12/2008	-5.57%	8.42%	26/01/2009	-2.35%	3.01%	24/02/2009	2.05%	3.14%	26/03/2009	2.06%	3.07%
24/10/2008	-4.91%	-5.87%	20/11/2008	-6.00%	-9.33%	20/12/2008	-0.90%	-2.67%	23/01/2009	4.12%	6.38%	23/02/2009	-0.23%	-4.39%	25/03/2009	-2.25%	-2.12%
23/10/2008	1.23%	0.37%	19/11/2008	0.31%	-1.44%	22/12/2008	-4.94%	-6.44%	22/01/2009	0.21%	-0.54%	20/02/2009	-1.10%	-0.63%	24/03/2009	-0.79%	0.58%
22/10/2008	-7.21%	-6.33%	18/11/2008	-1.90%	-1.31%	19/12/2008	0.91%	-10.19%	21/01/2009	-1.62%	9.84%	19/02/2009	5.56%	13.30%	23/03/2009	3.58%	2.87%
21/10/2008	-1.85%	-3.84%	17/11/2008	-3.04%	-3.63%	18/12/2008	-2.93%	-8.95%	20/01/2009	-5.77%	8.63%	18/02/2009	-4.34%	-0.83%	20/03/2009	1.16%	0.17%
20/10/2008	2.72%	2.99%	14/11/2008	-1.69%	-1.96%	17/12/2008	-1.19%	-8.74%	16/01/2009	-1.17%	-0.08%	17/02/2009	-6.72%	-7.36%	19/03/2009	6.16%	6.71%
17/10/2008	2.18%	2.95%	13/11/2008	3.03%	4.13%	16/12/2008	-1.26%	-1.74%	15/01/2009	-0.18%	-5.55%	13/02/2009	-2.35%	10.06%	18/03/2009	1.01%	-1.75%
16/10/2008	-5.19%	-6.34%	12/11/2008	-4.30%	-5.95%	15/12/2008	-1.61%	-3.65%	14/01/2009	-0.13%	-0.90%	12/02/2009	0.63%	-5.43%	17/03/2009	3.70%	3.41%
15/10/2008	-4.42%	-5.63%	11/11/2008	-3.74%	-4.62%	12/12/2008	-1.42%	-3.19%	13/01/2009	1.77%	0.32%	11/02/2009	0.48%	-4.38%	16/03/2009	1.59%	2.37%
14/10/2008	-2.76%	-3.10%	10/11/2008	0.66%	1.83%	11/12/2008	7.29%	10.29%	12/01/2009	-2.20%	-7.76%	10/02/2009	-2.57%	-5.29%	13/03/2009	-0.68%	-1.48%
13/10/2008	3.78%	4.70%	07/11/2008	0.48%	0.56%	10/12/2008	-0.97%	2.59%	09/01/2009	0.47%	-2.40%	09/02/2009	-0.22%	-1.65%	12/03/2009	5.87%	9.97%
10/10/2008	-8.27%	-11.06%	06/11/2008	5.09%	-7.44%	09/12/2008	-4.01%	-3.94%	08/01/2009	-0.34%	-2.53%	06/02/2009	0.93%	-2.24%	11/03/2009	-3.11%	-7.31%
09/10/2008	-1.02%	-2.78%	05/11/2008	-5.60%	-7.37%	08/12/2008	5.31%	6.33%	07/01/2009	-5.22%	-12.74%	05/02/2009	2.30%	2.16%	10/03/2009	0.57%	-2.87%
08/10/2008	-0.04%	-1.38%	04/11/2008	9.81%	9.65%	05/12/2008	-4.78%	-6.58%	06/01/2009	0.15%	-0.10%	04/02/2009	1.61%	-1.48%	09/03/2009	-0.90%	3.42%
07/10/2008	1.90%	2.28%	03/11/2008	-3.89%	-6.32%	04/12/2008	-3.82%	-6.60%	05/01/2009	2.61%	5.15%	03/02/2009	0.14%	-1.17%	06/03/2009	1.48%	4.25%
06/10/2008	-6.16%	-6.33%	31/10/2008	2.52%	3.45%	03/12/2008	0.85%	-0.55%	02/01/2009	2.37%	3.46%	02/02/2009	-3.48%	-0.91%	05/03/2009	-1.41%	-3.92%
03/10/2008	-1.05%	0.07%	30/10/2008	-0.57%	-2.49%	02/12/2008	-2.77%	-4.75%	31/12/2008	8.27%	13.55%	30/01/2009	-1.23%	0.36%	04/03/2009	3.12%	8.55%
02/10/2008	-4.69%	-4.57%	29/10/2008	7.28%	7.14%	01/12/2008	-6.37%	-11.24%	30/12/2008	0.69%	-2.38%	29/01/2009	0.31%	-1.10%	03/03/2009	1.78%	3.68%
01/10/2008	-2.54%	-2.48%	28/10/2008	-1.42%	1.41%	28/11/2008	0.18%	1.85%	29/12/2008	3.47%	5.97%	28/01/2009	2.40%	0.88%	02/03/2009	-7.24%	-9.70%
30/09/2008	3.87%	4.48%	27/10/2008	-1.53%	-2.27%	27/11/2008	5.03%	8.03%	26/12/2008	4.84%	13.18%	27/01/2009	-2.24%	-10.97%	27/02/2009	-1.73%	2.22%
29/09/2008	-8.06%	-10.33%	24/10/2008	-4.83%	-5.87%	25/11/2008	-4.31%	-6.97%	24/12/2008	-5.41%	8.42%	26/01/2009	-2.40%	3.01%	26/02/2009	3.83%	3.63%
26/09/2008	-0.53%	-4.37%	23/10/2008	1.20%	0.37%	24/11/2008	6.65%	8.58%	23/12/2008	-0.84%	-2.67%	23/01/2009	4.00%	6.38%	25/02/2009	1.27%	6.91%
25/09/2008	2.36%	4.31%	22/10/2008	-7.14%	-6.33%	21/11/2008	0.65%	0.73%	22/12/2008	-4.88%	-6.44%	22/01/2009	0.16%	-0.54%	24/02/2009	1.99%	3.14%
24/09/2008	-0.06%	-0.94%	21/10/2008	-1.77%	-3.84%	20/11/2008	-5.77%	-9.33%	19/12/2008	0.90%	-10.19%	21/01/2009	-1.77%	9.84%	23/02/2009	-0.19%	-4.39%
23/09/2008	-3.55%	-12.83%	20/10/2008	2.72%	2.99%	19/11/2008	0.32%	-1.44%	18/12/2008	-2.80%	-8.95%	20/01/2009	-5.71%	8.63%	20/02/2009	-1.09%	-0.63%
22/09/2008	5.40%	16.41%	17/10/2008	2.16%	2.95%	18/11/2008	-1.82%	-1.31%	17/12/2008	-1.14%	-8.74%	16/01/2009	-1.12%	-0.08%	19/02/2009	5.52%	13.30%
19/09/2008	4.21%	6.50%	16/10/2008	-5.05%	-6.34%	17/11/2008	-2.96%	-3.63%	16/12/2008	-1.31%	-1.74%	15/01/2009	-0.21%	-5.55%	18/02/2009	-4.35%	-0.83%
18/09/2008	1.15%	0.11%	15/10/2008	-4.35%	-5.63%	14/11/2008	-1.65%	-1.96%	15/12/2008	-1.61%	-3.65%	14/01/2009	-0.13%	-0.90%	17/02/2009	-6.59%	-7.36%
17/09/2008	4.95%	6.25%	14/10/2008	-2.74%	-3.10%	13/11/2008	3.00%	4.13%	12/12/2008	-1.29%	-3.19%	13/01/2009	1.69%	0.32%	13/02/2009	-2.33%	10.06%
16/09/2008	-5.70%	-4.31%	13/10/2008	3.71%	4.70%	12/11/2008	-4.22%	-5.95%	11/12/2008	7.15%	10.29%	12/01/2009	-2.13%	-7.76%	12/02/2009	0.66%	-5.43%
15/09/2008	-5.34%	-5.77%	10/10/2008	-8.15%	-11.06%	11/11/2008	-3.66%	-4.62%	10/12/2008	-1.08%	2.59%	09/01/2009	0.48%	-2.40%	11/02/2009	0.56%	-4.38%
12/09/2008	0.64%	0.24%	09/10/2008	-1.00%	-2.78%	10/11/2008	0.57%	1.83%	09/12/2008	-4.11%	-3.94%	08/01/2009	-0.34%	-2.53%	10/02/2009	-2.49%	-5.29%
11/09/2008	-1.41%	-1.68%	08/10/2008	-0.04%	-1.38%	07/11/2008	0.53%	0.56%	08/12/2008	5.12%	6.33%	07/01/2009	-0.50%	-12.74%	09/02/2009	-0.22%	-1.65%
10/09/2008	-0.70%	-0.55%	07/10/2008	1.89%	2.28%	06/11/2008	-5.03%	-7.44%	05/12/2008	-4.76%	-6.58%	06/01/2009	0.11%	-0.10%	06/02/2009	0.94%	-2.24%
09/09/2008	-2.73%	-2.98%	06/10/2008	-6.10%	-6.33%	05/11/2008	-5.52%	-7.37%	04/12/2008	-3.69%	-6.60%	05/01/2009	2.45%	5.15%	05/02/2009	2.25%	2.16%
08/09/2008	-0.15%	-0.11%	03/10/2008	-1.07%	0.07%	04/11/2008	9.75%	9.65%	03/12/2008	0.84%	-0.55%	02/01/2009	2.32%	3.46%	04/02/2009	1.65%	-1.48%
05/09/2008	-1.81%	-1.42%	02/10/2008	-4.65%	-4.57%	03/11/2008	-3.83%	-6.32%	02/12/2008	-2.69%	-4.75%	31/12/2008	8.16%	13.55%	03/02/2009	0.14%	-1.17%
04/09/2008	-1.55%	-1.28%	01/10/2008	-2.53%	-2.48%	31/10/2008	2.52%	3.45%	01/12/2008	-6.25%	-11.24%	30/12/2008	0.72%	-3.38%	02/02/2009	-4.32%	-0.91%
03/09/2008	-0.75%	-0.23%	30/09/2008	3.85%	4.48%	30/10/2008	-0.51%	-2.49%	28/11/2008	0.18%	1.85%	29/12/2008	3.37%	5.97%	30/01/2009	-1.24%	0.36%
02/09/2008	-2.62%	-5.26%	29/09/2008	-7.98%	-10.33%	29/10/2008	7.28%	7.14%	26/11/2008	4.85%	8.03%						

21/07/2008	1,77%	1,91%	15/08/2008	-0,14%	-1,39%	17/09/2008	4,83%	6,25%	15/10/2008	-4,22%	-5,63%	12/11/2008	-4,04%	-5,95%	15/12/2008	-1,64%	-3,65%
18/07/2008	-0,54%	-0,38%	14/08/2008	-0,52%	-0,79%	16/09/2008	-5,68%	-4,31%	14/10/2008	-2,70%	-3,10%	11/11/2008	-3,48%	-4,62%	12/12/2008	-0,98%	-3,19%
17/07/2008	-3,82%	-3,94%	13/08/2008	2,01%	2,50%	15/09/2008	-5,27%	-5,77%	13/10/2008	3,57%	4,70%	10/11/2008	0,40%	1,83%	11/12/2008	6,92%	10,29%
16/07/2008	-2,36%	-2,96%	12/08/2008	-1,36%	-1,18%	12/09/2008	0,70%	0,24%	10/10/2008	-7,91%	-11,06%	07/11/2008	0,62%	0,56%	10/12/2008	-1,28%	2,59%
15/07/2008	-3,90%	-4,57%	11/08/2008	-0,28%	-0,85%	11/09/2008	-1,36%	-1,68%	09/10/2008	-0,95%	-2,78%	06/11/2008	-4,94%	-7,44%	09/12/2008	-4,29%	-3,94%
14/07/2008	0,61%	0,14%	08/08/2008	-2,36%	-3,76%	10/09/2008	-0,68%	-0,55%	08/10/2008	-0,04%	-1,38%	05/11/2008	-5,40%	-7,37%	08/12/2008	4,77%	6,33%
11/07/2008	1,56%	2,44%	07/08/2008	0,49%	1,07%	09/09/2008	-2,66%	-2,98%	07/10/2008	1,89%	2,28%	04/11/2008	9,57%	9,65%	05/12/2008	-4,74%	-6,58%
10/07/2008	3,13%	4,03%	06/08/2008	-0,69%	-0,12%	08/09/2008	-0,17%	-0,11%	06/10/2008	-6,00%	-6,33%	03/11/2008	-3,69%	-6,32%	04/12/2008	-3,45%	-6,60%
09/07/2008	-0,09%	-0,13%	05/08/2008	-2,70%	-2,28%	05/09/2008	-1,86%	-1,42%	03/10/2008	-1,11%	0,07%	31/10/2008	2,51%	3,45%	03/12/2008	0,82%	-0,55%
08/07/2008	-3,06%	-3,84%	04/08/2008	-3,13%	-2,91%	04/09/2008	-1,59%	-1,28%	02/10/2008	-4,56%	-4,57%	30/10/2008	-0,38%	-2,49%	02/12/2008	-2,54%	-4,75%
07/07/2008	-1,83%	-2,74%	01/08/2008	1,11%	0,69%	03/09/2008	-0,73%	-0,23%	01/10/2008	-2,52%	-2,48%	29/10/2008	7,27%	7,14%	01/12/2008	-6,03%	-11,24%
03/07/2008	1,08%	1,09%	31/07/2008	-2,21%	-2,05%	02/09/2008	-2,46%	-5,26%	30/09/2008	3,81%	4,48%	28/10/2008	-1,70%	1,41%	28/11/2008	0,17%	1,85%
02/07/2008	1,80%	1,88%	30/07/2008	2,84%	3,64%	29/08/2008	-0,37%	-0,03%	29/09/2008	-7,82%	-10,33%	27/10/2008	-1,62%	-2,27%	26/11/2008	4,52%	8,03%