



INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Efeitos Assimétricos do Ouro, do Petróleo e das suas Volatilidades no PSI-20

Tiago Carvalho Filipe Bicho

Mestrado em Economia Monetária e Financeira

Orientador:

Doutor Ricardo Barradas, Professor Adjunto
ISCAL - Instituto Politécnico Lisboa

Co-Orientador:

Doutor Emanuel Leão, Professor Auxiliar com Agregação
ISCTE- Instituto Universitário de Lisboa

Novembro, 2020



INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Efeitos Assimétricos do Ouro, do Petróleo e das suas Volatilidades no PSI-20

Tiago Carvalho Filipe Bicho

Mestrado em Economia Monetária e Financeira

Orientador:

Doutor Ricardo Barradas, Professor Adjunto

ISCAL - Instituto Politécnico Lisboa

Co-Orientador:

Doutor Emanuel Leão, Professor Auxiliar com Agregação

ISCTE- Instituto Universitário de Lisboa

Novembro, 2020

“The future belongs to those who believe in the beauty of their dreams.”

Eleanor Roosevelt

Agradecimentos

Inicialmente, gostaria de agradecer a toda a minha família, em especial à minha mãe e irmã por todo o apoio e carinho nesta fase.

Aos meus amigos e colegas por toda a sua disponibilidade e incentivo de forma recorrente na progressão da vida académica.

Em especial, ao meu orientador, Ricardo Barradas, por toda a sua assistência, encorajamento e ajuda em todos os momentos da investigação e todo o tempo dispensado.

Bem-haja a todos.

Resumo

Esta investigação tem como objetivo estudar a reação do índice bolsista português PSI20 face aos preços do ouro e do crude. Foram aplicados dados de fecho diários num período entre 2008 e 2020. Para investigar estes dados recorreu-se ao estimador *nonlinear autoregressive distributed lag* (NARDL) proposto por Shin *et al.*, (2014), efetuando-se estimações de curto e de longo-prazo, com o objetivo principal de verificar os efeitos assimétricos das variáveis de estudo.

Neste estudo, ao aplicar o estimador NARDL conclui-se a existência de assimetrias de curto e de longo-prazo do ouro e do crude face ao PSI-20. Podemos concluir tal como Baur & Lucey, (2010) a presença de um comportamento de *safe-haven* por parte do ouro, ou seja, sempre que existem movimentos ascendentes deste ativo o PSI20 irá depreciar-se e vice-versa. Disponibiliza por outro lado as respetivas respostas do PSI-20 aos choques positivos e negativos do ouro, crude e das suas volatilidades associadas através dos gráficos *dynamic multiplier*. Foi descoberto ainda que a cotação do ouro possui uma relação negativa e o crude uma relação positiva para com o PSI-20 nos testes de longo-prazo. Foram também verificados impactos assimétricos nos testes de curto-prazo.

Palavras-chave: NARDL, PSI-20, OURO, CRUDE

Classificação JEL: C01, Q02, G15

Abstract

This investigation aims to study the reaction of the Portuguese stock index PSI-20 against gold and crude oil prices. Daily closing data were applied in a period between 2008 and 2020.

To investigate these data, the nonlinear autoregressive distributed lag (NARDL) estimator proposed by Shin *et al.* (2014) was used, making short and long-term, with the main goal of verifying the asymmetric effects of the variables.

In this study, when applying the NARDL estimator, the existence of short and long-term asymmetries of gold and crude oil compared to the PSI-20 is concluded. We can also conclude, like Baur & Lucey (2010) the presence of safe-haven behavior on the part of gold, that is, whenever there are upward movements in this asset, the PSI-20 will depreciate and vice-versa. On the other hand, it provides the respective responses of the PSI-20 to the positive and negative shocks of gold, crude oil and their associated volatilities through dynamic multiplier graphs. It was also discovered that the price of gold has a negative relationship and crude oil has a positive relationship with the PSI-20 in long-term tests. Asymmetric impacts were also verified in the short-term test.

Glossário de Siglas

PSI20 - Índice bolsista português

XAUUSD - Cotação do ouro em dólares

GVZ – Índice de volatilidade do ouro

OVX - Índice de volatilidade do crude

WTI - West Texas Intermediate

ARDL – Autoregressive Distribution Lag

NARDL - Non-Autoregressive Distribution Lag

ECM – Error Correction Model

ADF – Augmented Dickey-Fuller

PP – Philips-Perron

CUSUM – Cumulative sum

Índice

I.	Introdução	1
II.	Revisão de Literatura.....	3
III.	Dados.....	9
IV.	Metodologia	13
V.	Resultados	15
5.1	Estatísticas Descritivas.....	15
5.2	Análise das Correlações.....	16
5.3	Testes de Raízes Unitárias	17
5.4	Seleção dos Desfasamentos (Lags) Ótimos	18
5.5	Teste à Autocorrelação	19
5.6	Teste à Heterocedasticidade	19
5.7	Ramsey RESET Test.....	20
5.8	Teste à Normalidade dos Resíduos	20
5.9	Gráfico CUSUM.....	21
5.10	Modelo NARDL	22
5.10.1	F-Bounds Test	22
5.10.2	Estimação de Longo-prazo	23
5.10.3	Estimação de Curto-prazo	24
5.10.4	Gráficos Dynamic Multiplier	26
VI.	Conclusão	27
VII.	Referencias Bibliográficas:	29
VIII.	Anexos	31

Índice de Figuras

Figura 1 - Série do preço de fecho do preço do ouro, nos períodos 1 de janeiro 2008 até 30 de Abril 2020.....	10
Figura 2 – Série do preço de fecho do petróleo médio bruto, nos períodos 3 de Junho 2008 até 30 de Junho 2020.	11
Figura 3 – Série do preço de fecho do GVZ, nos períodos 3 de Junho 2008 até 30 de Junho 2020.	11
Figura 4 – Série do preço de fecho do OVX, nos períodos 3 de Junho 2008 até 30 de Junho 2020.	12
Figura 5 – Série do preço de fecho do PSI20, nos períodos 3 de Junho 2008 até 30 de Junho 2020.	12
Figura 6 – Representação gráfica do CUSUM (cumulative sum)	21
Figura 7 – Representação gráfica dos multiplicadores dinâmicos.....	26

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Fontes de cada variável estudada.....	9
Tabela 2 - Estatística descritiva de cada variável	15
Tabela 3 – Representação das correlações de cada variável.....	16
Tabela 4 – P- Value do teste ADF	17
Tabela 5 – P-Values do teste PP	17
Tabela 6 Representação do número ótimo de defasamentos (Lag).....	18
Tabela 7 – Testes diagnóstico nas estimativas NARDL.....	19
Tabela 8 – F-Bounds Test.....	22
Tabela 9 – Estimação de longo prazo do modelo NARDL	23
Tabela 10 – Estimação de curto prazo do modelo NARDL através do ECM.....	24

Índice de Anexos

Anexo 1 - Testes de normalidade e Histograma	31
Anexo 2 - LM Test	31
Anexo 3 - Teste à Heterocedasticidade	31
Anexo 4 - Ramsey Reset Test.....	32
Anexo 5 - NARDL Output	33

I. Introdução

Em 2008, o mundo encontrou o início de uma grande e inesperada crise financeira, a “crise do *subprime*”. Esta acabou por trazer enormes complicações no espetro macroeconómico e financeiro, tendo sido iniciada nos Estados Unidos e vindo a repercutir-se ao longo do globo.

Com este evento instável, os investidores de todo o mundo viram a necessidade de cobrir as suas perdas com o desvio dos seus investimentos para um porto seguro, revelando-se desde esse período alguma volatilidade por parte de alguns ativos como é o caso do ouro e do petróleo. Estando esta volatilidade sempre associada àquilo que os próprios investidores procuram, a maximização de rendimentos. Um dos principais objetivos para a maioria dos investidores é garantir o aumento dos seus portfólios de investimento de forma sustentável, muitas das vezes sendo investidores meramente especulativos e que aproveitam os movimentos “*free riding*” para capitalizar ou até investidores ativos que investem com base em toda a informação financeira e económica da empresa.

À semelhança da economia europeia, a economia portuguesa sofreu com a falta de apetite por parte dos investidores ao decidirem efetuar cobertura de risco sobre outros ativos. Assim, em períodos de alto *stress*, uma das estratégias mais utilizadas é o *hedging*, com o propósito de mitigar perdas e otimizar lucros diversificando assim o seu portfólio de investimentos.

A literatura existente efetuou diversas investigações dando importância às *commodities* transacionadas diariamente para empresas, países e em particular para os mercados financeiros. Um deles é o ouro, que se trata de uma das mercadorias do grupo dos metais preciosos mais transacionadas atualmente, excedendo inclusivamente a procura à sua produção. Apesar do colapso do sistema *Breton Woods*, Baur & McDermott (2016) classifica-o como um bem que reage bem às más notícias e tem tendência para contrariar os movimentos positivos de alguns dos principais índices bolsistas mundiais. Por outro lado, o petróleo tende a ser classificado como um bom preditor e que causa repercussões nas variáveis macroeconómicas e nos mercados financeiros Cunado & Perez de Gracia, (2014).

A literatura possui ainda estudos onde analisaram a relação das *commodities* relativamente às ações. Raza *et al.* (2016) examinou, através do modelo NARDL, o impacto assimétrico do ouro, do petróleo e das suas volatilidades nas ações cotadas em economias emergentes. Concluiu que as economias emergentes se tornam mais vulneráveis e voláteis em momentos de instabilidade económica do que as economias mais desenvolvidas. Consta ainda que um

aumento da cotação do ouro e do crude pode proporcionar repercussões negativas na maioria das ações de economias emergentes.

Com esta dissertação tenciona-se estudar o efeito assimétrico das cotações dos preços do ouro e do petróleo e das suas volatilidades implícitas no índice bolsista português (PSI-20). Adicionalmente, este estudo irá investigar se existe uma possível ligação entre estas variáveis, ou seja, se o ouro e o petróleo poderão ser uma boa ferramenta para cobertura de perdas caso exista um impacto negativo no PSI-20 e vice-versa. Também, será analisada a possibilidade de o petróleo ter algum impacto positivo no índice bolsista, visto que esta mercadoria é bastante transacionada e que tendencialmente causa alguma dependência em alguns índices.

De modo a analisar esta investigação será estimado o modelo NARDL (*Non Autoregressive Distribution Lag*). Através deste modelo será possível observar através de testes assimétricos os choques positivos e negativos das variáveis independentes no curto e longo-prazo, possuindo também uma visibilidade total da cointegração das variáveis, visto que este modelo permite trabalhar com variáveis que apresentam diferentes ordens de integração.

Esta investigação encontra-se dividida por capítulos, onde o segundo capítulo contém uma revisão de literatura obtida através da comunidade científica, partilhando estudos sobre o impacto das *commodities* em diversos âmbitos, empresas, índices macroeconómicos e bolsistas. O terceiro capítulo descreve os dados selecionados. O capítulo quatro e cinco contém a metodologia utilizada e a estimação do modelo econométrico através do programa estatístico *EViews* com uma descrição dos resultados obtidos. Por fim, o último capítulo contém uma breve conclusão e uma sugestão para possíveis futuras investigações.

II. Revisão de Literatura

No passado, o ouro era visto como um ativo de cobertura de risco e um padrão utilizado por diversas economias. Capie *et al.* (2005) afirmam através de uma série de dados semanais a verificação da possibilidade de *hedge* entre o preço do ouro cotado em dólares e a taxa de câmbio dólar iene. Os autores referem ainda que o ouro, ao ser um ativo físico, tem uma liquidez diferente de outro tipo de instrumentos financeiros. Vejamos um exemplo prático comparativamente com a moeda fiduciária (dólar norte-americano, euro, entre outras) que são divisas facilmente emitidas pelos bancos centrais, com o objetivo de serem desvalorizadas de forma a facilitar o aumento das exportações, sendo esta uma regra de política monetária muito simples e com base no combate à inflação. Porém, o ouro é um recurso limitado e, apesar da sua fácil liquidez, tanto nos mercados financeiros como pelos próprios consumidores, ele não pode ser emitido ou criado por agências financeiras. Só existe a possibilidade de este ser extraído e produzido em minas, sendo que uma das alternativas de o desvalorizar seria poder fabricá-lo numa linha de produção sem recursos escassos. Resumidamente, há hipóteses que sustentam o facto de o ouro ser um bom instrumento de cobertura de risco face ao dólar, em situações de *stress* e de eventos políticos imprevisíveis.

Por vezes existem certos eventos imprevisíveis. Nafday (2009) refere que estes acontecimentos não são controláveis e têm fortes consequências catastróficas, descritos como cisnes negros, como é o caso do ataque terrorista do 11 de Setembro, a crise financeira de 2008 ou até mesmo a mais recente pandemia do corona-vírus em 2020. Os mercados financeiros tendem a reagir a este tipo de choques de diferentes formas, procurando diversificar a sua carteira de ativos Baur *et al.* (2016). Estes autores afirmam que um ativo de refúgio é caracterizado pela sua não correlação com outros ativos financeiros nestes períodos de *stress* ou durante crises financeiras. Os autores sugerem ainda que as obrigações norte-americanas e o ouro partilham características diferentes. As primeiras, possuem uma quantia fixada a receber na maturidade e o segundo um instrumento de elevado risco revelando elevada volatilidade. O ouro é um ativo físico utilizado em diversos setores como em artigos de joalheria, investimentos financeiros, por dentistas e outras indústrias, partilhando algumas características como outras mercadorias transacionadas em bolsa, sendo o seu valor não dependente de ganhos futuros ou dívida, mas sim de choques negativos nos mercados financeiros. Uma das “belezas” do ouro é que adora más notícias. Com o início da crise financeira de 2008, o ouro atingiu uma apreciação

de aproximadamente 42%. Através de dados diários, estes autores concluíram que o ouro em situação de *stress* proporciona um retorno diário médio mais alto e um desvio-padrão superior quando comparado com as obrigações norte-americanas. Curiosamente, os autores também detetaram que os investidores quando adquirem o ouro em situação de *stress*, tendem a vendê-lo (variando com a magnitude do choque), e após essa tensão, concluíram que é um ativo de refúgio de curta-duração quando comparado com obrigações norte-americanas. Anteriormente os autores Baur & McDermott, (2010) pretendiam, através de um estudo internacional, verificar se o ouro seria ou não um ativo de refúgio. Eles estimam que o ouro era um bom instrumento de cobertura de risco no caso de crises financeiras com grande impacto em economias desenvolvidas, à exceção dos BRICs (Brasil, Rússia, Índia, China, África do Sul). Mesmo em níveis globais de incerteza financeira, o ouro acaba por ser uma força estabilizadora no ecossistema financeiro no mundo.

Além do ouro, existem outras *commodities* que para além de serem ferramentas de cobertura de risco, também afetam a performance de algumas empresas a nível de custos e de *cash-flows*. Um deles, o preço do crude, é um bem essencial para a transformação de produtos ou para o transporte dos mesmos, acabando a afetar de forma negativa o investimento empresarial em níveis de incerteza poderão. Phan *et al.* (2019) estimaram um modelo com objetivo de analisarem se o preço do petróleo afetaria o investimento das empresas pois dependeria de um inúmero leque de fatores. Logo, para entender o impacto do preço do crude, os autores através de uma amostra de 30.000 empresas categorizaram-nas através de dados em painel (dimensão, idade da operação, volume de transações e volatilidade) e concluíram que o efeito do preço do petróleo possui um impacto negativo nos investimentos das empresas, apesar de as pequenas empresas ou até em fase de crescimento sentirem mais os choques da elevada volatilidade deste tipo de *commodities*, sendo mais vulneráveis à resistência destes choques.

A realização de formas específicas de ferramentas de *hedging* por parte dos investidores torna os *commodities* um ativo importante para as bolsas de valores. Após a realização de várias pesquisas, Tursoy & Faisal (2018) confirmaram através de um modelo ARDL (*autoregressive distributed lag*) que o ouro seria uma boa ferramenta de *hedging* para proteger o leque de investimentos na bolsa de valores da Turquia, sendo esta uma economia não tão desenvolvida, ao contrário da norte-americana. Os autores confirmaram ainda a existência de uma relação de cointegração entre os preços das ações turcas, o preço do ouro e o preço do petróleo. Deduzindo assim que existe uma relação de longo-prazo entre estas variáveis. Através do modelo ARDL foram verificadas as interações de curto e de longo-prazo, tendo sido confirmado efeito negativo

entre as ações turcas e o preço do ouro e uma associação positiva entre a cotação do barril em crude e as ações turcas.

Desde o fim do sistema de *Bretton Woods* e a alteração para um regime de taxas de câmbio com flutuações e sendo movidas por diversos fatores que afetam o sistema financeiro, as *commodities* perderam o elemento monetário que possuíam. Agyei-Ampomah *et al.* (2014) concluíram que o ouro era um forte instrumento de cobertura de risco para títulos de dívida soberana com países de elevado déficit, como foi o caso de Portugal, Grécia e Itália, nunca esquecendo, e já revisto por outros autores, que o seu *hedge* varia bastante com a magnitude do choque. Curiosamente, os autores ainda sugerem ainda aos investidores que uma carteira de ativos industriais é mais favorável do que uma carteira de ativos de bens preciosos. Isto é em períodos de grande magnitude e de choque financeiro e para compensar as perdas dos investidores (dando exemplos como o paládio, o cobre ou até mesmo o chumbo) são capazes de proteger os investidores nas crises financeiras mais recentes. Isto acontece porque os bens preciosos são ativos de elevada especulação e de elevada volatilidade em momentos de crise. Os autores sugerem assim os outros metais com vista a mitigar o risco na tentativa de proteger os investidores de possíveis crises financeiras ou de perdas em ativos como títulos de dívida pública.

No entanto, com o evoluir dos mercados financeiros e o impacto das políticas monetárias por parte dos bancos centrais, a cotação do ouro tornou-se um forte ativo especulativo. Zhu *et al.* (2018) examinaram através de modelos GARCH (*generalized autoregressive conditional heteroskedasticity*) a utilidade que o ouro possui no combate à inflação, depreciação da moeda e na volatilidade dos mercados financeiros, no Reino Unido no período 1985-2015 e nos Estados Unidos no período 2003-2015 e ainda o impacto de medidas não convencionais como o *quantitative easing* introduzidos pelos bancos centrais das quatro maiores economias. Os autores constataram que o ouro foi uma boa ferramenta de *hedging* nos subperíodos 1985-1997, no Reino Unido onde foi registado e previsto um momento de baixa inflação. No entanto, no Reino Unido (1997-2015) e nos Estados Unidos (2003-2015) o ouro não se torna uma boa ferramenta de cobertura de risco onde a baixa inflação contrariou a alta inflação prevista nestes períodos. Nos anúncios do Banco Central Europeu e da Reserva Federal norte-americana, o preço do ouro tem uma reação negativa ao contrário dos anúncios feitos pelo Banco de Inglaterra e do Banco do Japão.

Certos estudos empíricos descobriram o impacto negativo do preço do petróleo na economia-americana. Este bem pode afetar e, por conseguinte, pode ajudar a prever certas

variáveis macroeconómicas, como a comercialização de bens, taxas de inflação e a atividade da economia real, Cunado & Perez de Gracia (2014), investigaram quais os efeitos dos choques do preço do petróleo em algumas economias europeias através de modelos VAR (*vector autoregressive model*) e VECM (*vector error correction model*) à semelhança de Apergis & Miller (2009). Em vez de se focarem nos retornos acionistas de setores industriais, decidiram analisar índices com dados mensais de 12 países europeus e descobriram que nem todas as variações no preço do petróleo tem o mesmo impacto em todas as economias, ou seja há economias mais sensíveis à procura e à oferta deste bem. Pode ser explicado com os choques traduzidos na oferta desta mercadoria, analisando a revolução do Irão de 1979 ou a guerra do Golfo 1990. O preço do petróleo acaba por aumentar com estes impactos, traduzindo-se num aumento dos setores que dependem dele, como o setor energético, acabando por ter um impacto no PIB destas economias, pois ao aumentar os gastos provenientes do setor energético e, tendo este um papel fundamental não só para as empresas como para os consumidores finais, as pessoas acabam por perder poder de compra, o que poderá conduzir a uma possível quebra no crescimento económico destes países tão dependentes deste bem.

Com a variação do preço do petróleo ao longo do tempo e sendo o Japão uma economia altamente dependente das importações de petróleo para manter a sua economia com forte presença no mundo, Hanabusa (2009) decidiu analisar qual o efeito dos *commodities* na economia Japonesa. Incluiu setores de atividade, tais como o transporte de mercadorias e o setor das energias (eletricidade, gás e aquecimento) no período entre 2000 e 2009, utilizando um modelo de EGARCH (*exponential generalized autoregressive conditional heteroscedastic*). Concluiu que tanto na cotação do petróleo como no crescimento económico existe heterocedasticidade condicional. É feito também um teste de causalidade à *granger*, sendo que o preço do petróleo causa a taxa de crescimento económico do Japão com desfazamentos de 9 meses, ou seja a cotação do petróleo acaba por ser um bom preditor da taxa de crescimento económico no Japão, podendo desempenhar um excelente papel na determinação de medidas preventivas no combate a possíveis quebras no crescimento económico que possam resultar numa recessão.

A importância das *commodities* e a sua volatilidade implícita tem um papel vital na determinação e valorização de produtos derivados e nas ferramentas de cobertura de risco utilizadas por investidores e instituições financeiras. Como já observado e descrito anteriormente, o ouro e o crude, através das suas elevadas volatilidades acabam por ter uma enorme influência na cotação de ações e possuem uma forte importância nos mercados

financeiros. Raza *et al.* (2016) estimaram, através de um modelo não linear assimétrico de curta e longa duração, o impacto do preço do ouro e do preço do petróleo e em algumas cotações de ações de economias emergentes (China, Índia, Brasil, Rússia, África do Sul, entre outras). Os resultados sugerem que tanto o preço do petróleo como o ouro são não lineares no curto e no longo-prazo, ou seja o seu preço acaba por ter um impacto positivo nos mercados acionista, porém a sua volatilidade possui um impacto negativo nos mercados das economias emergentes. O autor faz ainda a ressalva de ser de extrema importância que, ao entender o comportamento da volatilidade destas *commodities*, indicando que muitas das vezes uma volatilidade muito alta poderá trazer maior apetite pelos investidores, traduzindo-se numa alocação dos fundos das ações para o mercado das *commodities*.

Yao & Kuang (2019) examinaram a relação entre o preço do crude e os mercados financeiros baseando-se no modelo estatístico das copulas que permitiria formular distribuições multivariadas e também o método *Thermal Optimal Path* com o objetivo de perceber qual o impacto do preço do crude na economia global, visto que desde 2008 a sua cotação sofreu enormes variações. Para isso analisaram os preços de fecho da cotação do *brent* que serviu como proxy, índice acionista S&P500 visto ser um excelente indicador de precisão e objeto de investigação dos mercados financeiros dos Estados Unidos, o SCI (*Shanghai Composite Index*) que revela na sua maioria a performance dos mercados financeiros da China e também o VIX (*Chicago Board Options Exchange Volatility Index*) sendo um índice de expectativa de volatilidade do S&P500. Através de um modelo copula que permitiu reproduzir diferentes tipos de dependências, os autores concluem que existem correlações diferentes em diversos períodos, entre 2013 e 2014, o risco causado pela volatilidade do preço do petróleo e o mercado de ações da China não se encontrou estável existindo relações negativas entre 2013-14.

Resumindo, o grande objetivo destas investigações partiu sempre do pressuposto de analisar se estes *commodities* seriam fortes ativos de refúgio no caso da existência de ambientes de incerteza nos mercados financeiros. Como foi concluído pelos variados autores, o ouro seria uma boa moeda de refúgio em relação a algumas economias, independentemente da força dessas economias. Também, pode-se concluir que em diversos mercados o investidor tende sempre a investir nos ativos de maior volatilidade, devido ao seu elevado retorno muitas vezes ignorando o risco associado, podendo ser criada a ideia de que o ouro é um forte ativo especulativo, mas não resultando numa bolha. Quanto maior a dependência da importação de petróleo para diversos fins, industrial, energético entre outros, maior será o impacto nessas mesmas economias.

No entanto, a literatura foca-se muito na tentativa de comprovar que existem *commodities* capazes de serem moedas de refúgio comparando-as muitas vezes ao franco suíço ou às obrigações a 10 anos americanas, sendo interessante verificar se as *commodities* poderão afetar os mercados bolsistas numa forma assimétrica e não só em forma de simétrica (tal como feito por Raza *et al* (2016) para um conjunto de economias emergentes). Também, acabará por permitir verificar um impacto num curto e longo-prazo. Esta investigação não só tem a objetivo de enriquecer a literatura portuguesa como também poder dar uma oportunidade de abrir portas para estudos futuros.

III. Dados

A conceção da base de dados que dará apoio a esta dissertação é a obtenção de dados de cotação diárias de um índice bolsista europeu, das respetivas *commodities* e as suas volatilidades. A extração será efetuada através da plataforma *Bloomberg* com dados de fecho diários em moeda local, no período temporal entre 03 de junho de 2008 e 30 de junho de 2020. Este período corresponde ao período para o qual foi possível recolher dados para todas as variáveis em estudo.

A Tabela 1 contém a descrição das variáveis e as fontes onde cada uma delas foi extraída.

Tabela 1 – Fontes de cada variável estudada

Variável	Proxy	Fonte
PSI-20	Índice Bolsista Português	Bloomberg
WTIOIL	Petróleo Bruto	Bloomberg
XAUUSD	Preço do Ouro negociado em Dólares	Bloomberg
GVZ	Indicador de volatilidade do Ouro	Bloomberg
OVX	Indicador de volatilidade do Petróleo	Bloomberg

Encontrando-se os *commodities* divididos em categorias para facilitar a sua leitura aos investidores, a *Bloomberg* classifica-os em três grandes categorias:

- Energia – Gás natural, petróleo bruto, eletricidade, gasolina e gás propano;
- Metais preciosos e industriais – Alumínio, cobre, ouro, prata e platina;
- Agricultura – Alimentos, grãos, têxteis, produtos florestais, gado, farelo e óleo.

Decidi para o meu estudo, incluir uma do grupo dos metais - o ouro. Sendo este ativo transacionado na sua maioria de forma virtual e não numa forma física devido aos custos elevados de transação, decidi para a minha investigação selecionar o XAU/USD. Trata-se não só de um ativo de grande valor, mas também por todas as suas características que incorpora face às diferentes reações nos mercados financeiros nos últimos anos e por ter tido um forte papel nos períodos da crise *subprime* entre 2007 e 2009 para os investidores. Baur & McDermott

(2010) descrevem que a sua cotação apreciou aproximadamente 42% desde o início da crise financeira e com um aumento da sua procura de aproximadamente 64%.

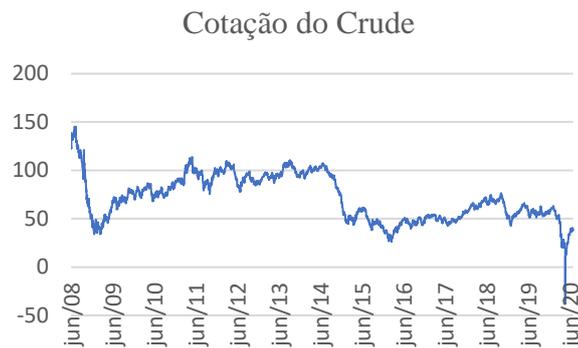
Figura 1 - Série do preço de fecho do preço do ouro, nos períodos 1 de janeiro 2008 até 30 de Abril 2020



Fonte: Bloomberg (2020)

Visto que, a literatura habitualmente faz referência ao ouro, decido acrescentar outra *commodity* para a minha pesquisa, tal como Raza *et al.* (2016), sendo esta agrupada na energia, o petróleo. Esta *commodity* é uma das mais importantes no mundo, apelidada de “ouro negro” e é uma matéria primária no que toca à produção de energia, sendo negociada em diversos contratos de futuros, ou seja não sendo negociada também numa forma física, mas sim numa forma de produtos derivados. A sua elevada responsabilidade e a forma rápida como reage a alteração de ciclos económicos, Tursoy & Faisal (2018) classifica-o como um dos indicadores mais importantes para a economia, podendo ser altamente dependente para países que dependem bastante de si. Sendo classificado nos mercados como *WTI* (*West Texas Intermediate*), *Brent Blend*, *Dubai Crude*. Decidi estudar a sua negociação do barril de crude, ou seja, o WTI.

Figura 2 – Série do preço de fecho do petróleo médio bruto, nos períodos 3 de Junho 2008 até 30 de Junho 2020.



Fonte: Bloomberg (2020)

Os *commodities* acabam por representar um papel extremamente importante não só na economia, mas para os investidores, acabam por ser fortes indicadores para os investidores poderem rever os seus investimentos e portfólios. Na Figura 2 é possível observar que, para além do ouro, o petróleo também é um ativo bastante volátil, podendo observar-se que na crise financeira de 2008 perdeu de forma abrupta o seu valor.

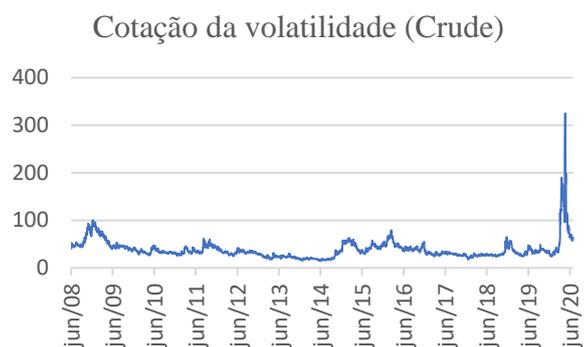
Este estudo também aborda o mercado da volatilidade, onde este mercado já tem ganho cada vez mais relevância e interesse por parte dos investidores devido aos retornos que pode trazer. Neste âmbito e visto que estamos a estudar *commodities* e índices bolsistas decidi estudar o OVX (*Oil Volatility Index*) e o o GVX (*Gold Volatility Index*) tendo sido este criado pela *Chicago Board Option Exchange* de modo a tentar perceber a variação do petróleo e do ouro negociado em contratos de futuros.

Figura 3 – Série do preço de fecho do GVZ, nos períodos 3 de Junho 2008 até 30 de Junho 2020.



Fonte: Bloomberg (2020)

Figura 4 – Série do preço de fecho do OVX, nos períodos 3 de Junho 2008 até 30 de Junho 2020.



Fonte: Bloomberg (2020)

No conjunto de índices bolsistas, onde constam exclusivamente só europeus, devido ao absentismo a nível de investigação, inclui-se o PSI-20. Sendo este o principal índice do mercado acionista português e tendo sido este severamente afetado pela crise financeira de 2008, trata-se de um índice de fraco apetite por parte dos investidores devido aos fracos retornos.

Figura 5 – Série do preço de fecho do PSI20, nos períodos 3 de Junho 2008 até 30 de Junho 2020.



Fonte: Bloomberg (2020)

IV. Metodologia

Um dos objetivos deste estudo é verificar as *commodities* e respectivas volatilidades influenciam o índice bolsista português PSI-20, pretendendo analisar-se as relações assimétricas de curto e longo-prazo. Para tal, decidiu-se estudar um modelo NARDL (*nonlinear autoregressive distributed lag*) proposto por Shin *et al.* (2014) onde incorpora assimetrias na dinâmica ajustada e também permitindo regressores de ordem mista I(0) e I(0). Uma das principais vantagens desta metodologia face a outras é a estimação da relação de cointegração e da análise de eventuais assimetrias em conjunto.

Esta metodologia foi igualmente utilizada por Raza *et al.* (2016) na análise da relação do preço do ouro e do petróleo e das respectivas volatilidades no índices acionistas de diversas economias emergentes.

Esta dissertação pretende examinar a não linearidade, ou seja a assimetria de curto e de longo-prazo sobre o impacto da cotação do petróleo (WTI), do ouro (XAUUSD) e das suas volatilidades associadas (GVZ e OVX) no nosso índice bolsista, neste caso o PSI-20. Sendo assim obtemos o seguinte modelo inicial de forma funcional:

$$PSI20 = f(WTI^+, WTI^-, XAUUSD^+, XAUUSD^-, GVZ^+, GVZ^-, OVX^+, OVX^-) \quad (1)$$

Utilizando o modelo NARDL, torna-se possível estudar de forma assimétrica a cointegração utilizando decomposições de somas parciais, detetando os efeitos assimétricos no curto e longo prazo. Shin *et al.* (2014) . Uma das principais diferenças entre este modelo e o ARDL são o teste de hipóteses, sendo que o ARDL estuda o efeito *long-run* através da hipótese nula a ser considerada quando não há cointegração, porém o NARDL estuda as assimetrias de *long-run* e *short-run* através do teste *Wald*. Também este modelo permite modelar de forma assimétrica a cointegração utilizando somas positivas ou negativas parciais e decompostas detetando assim os efeitos assimétricos de *short* e *long-run*.

A regressão cointegrada não linear proposta por Shin *et al.* (2014) é descrita como:

$$y_t = \beta^+ x_t^+ + \beta^- x_t^- + \mu_t \quad (2)$$

Onde β^+ e β^- são os parâmetros de longo-prazo do vetor $k \times 1$ e dos regressores x_t , sendo decomposto por:

$$x_t = x^0 + x_t^+ + x_t^- \quad (3)$$

Onde $x_t^+(x_t^-)$ são as mudanças das somas parciais positivas e negativas em x_t :

$$x_t^+ = \sum_{j=1}^t \Delta x_t^+ = \sum_{j=1}^t \max(\Delta x_j, 0) \quad (4)$$

$$x_t^- = \sum_{j=1}^t \Delta x_t^- = \sum_{j=1}^t \min(\Delta x_j, 0) \quad (5)$$

O nosso AEEM, ou seja, *assimetric error correction model* estimado no modelo NARDL(p,q) pode ser descrito como:

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} + \theta^+ x_{t-1}^+ + \theta^- x_{t-1}^- + \sum_{j=1}^{p-1} \phi_j \Delta y_{t-j} + \sum_{j=0}^q (\pi_j^+ \Delta x_{t-j}^+ + \pi_j^- \Delta x_{t-j}^-) \varepsilon_t \quad (6)$$

Para se examinar o *asymmetric cumulative dynamic multiplier effect* em x_t^+ e x_t^- no y_t são examinadas respectivamente:

$$m^+_h = \sum_{j=0}^h \frac{\partial y_{t+j}}{\partial x_t^+}, m^-_h = \sum_{j=0}^h \frac{\partial y_{t+j}}{\partial x_t^-}, h = 0, 1, 2, \dots \quad (7)$$

Onde o $h \rightarrow \infty$, o m^+_h e $m^-_h \rightarrow \beta^-$. As relações assimétricas de longo prazo são observadas através de β^+ e β^- e serão calculadas através de $\beta^+ = \theta/\rho$ e $\beta^- = \theta^+/\rho$.

V. Resultados

Neste capítulo encontram-se presente os resultados, inicialmente foi estimado um modelo ARDL na sua forma linear e de seguida o modelo NARDL com o objetivo de entender as relações assimétricas das variáveis. Utilizou-se o *software EViews*.

5.1 Estatísticas Descritivas

Na Tabela 2 encontram-se as estatísticas descritivas das variáveis escolhidas, onde é possível observar de forma sintetizada as observações feitas.

Tabela 2 - Estatística descritiva de cada variável

Variável	Média	Máximo	Mínimo	<i>Standard Deviation</i>	Skewness	Kurtosis
PSI-20	5589.770	10539.20	3596.08	1179.733	0.859724	2.958322
WTI-OIL	68.75000	145.2900	-37.630	23.73126	0.196538	2.391606
XAUUSD	1276.920	1900.200	712.250	224.6915	0.100962	3.019914
GVZ	17.52000	64.53000	8.88000	7.827039	1.958029	8.271092
OVX	33.56000	325.1500	14.5000	20.16062	4.262593	35.62244

O PSI-20 e o XAUUSD representam, tal como esperado, a mais alta volatilidade ao olharmos para o *standard deviation*, enquanto o WTI-OIL e os indicadores de volatilidade GVZ e OVX são os menos voláteis. Obtemos uma distribuição normal de *skewness* nas variáveis PSI-20, WTI-OIL e XAUUSD visto estarem próximas de zero, enquanto que os indicadores de volatilidade GVZ e o OVX obtém uma *long-right tail*, ou seja uma *skewness* positiva. As variáveis que apresentam *mesokurtic* são o XAUUSD e o PSI-20, enquanto que o crude apresenta *platycurtic*. Já os indicadores de volatilidade apresentam *leptokurtic* devido a apresentarem um *kurtosis* superior a 3.

5.2 Análise das Correlações

Na matriz de correlações apresentada na Tabela 3, obtemos um valor máximo (em termos absolutos) de aproximadamente 0.57, o que anula o problema da multicolinearidade entre as variáveis. Sendo assim, não existe a necessidade de eliminar alguma das variáveis, logo podemos prosseguir com o modelo. Esta análise de correlação apenas serve para medir o relacionamento entre as variáveis.

Tabela 3 – Representação das correlações de cada variável

	PSI20	WTI-OIL	XAUUSD	GVZ	OVX
PSI20	1.000000	-	-	-	-
WTI-OIL	0,565382***	1.000000	-	-	-
XAUUSD	-0,332203***	0,303643***	1.000000	-	-
GVZ	-0,057642***	-0,473247***	-0,236655***	1.000000	-
OVX	0,341886***	0,090432***	-0,316202***	0,557565***	1.000000

Nota: *** A Correlação é estatisticamente significativa no nível 1%. **A Correlação é estatisticamente significativa no nível 5%. *A Correlação é estatisticamente significativa no nível 10%.

5.3 Testes de Raízes Unitárias

Realizámos o teste Dickey & Fuller (1979), o qual permite que os resíduos das equações testadas não apresentem sintomas de autocorrelação. Realizámos também o teste proposto por Phillips & Perron (1988). Ambos irão permitir avaliar a ordem de integração de cada variável.

Tabela 4 – P- Value do teste ADF

Variable	Level			First Difference		
	<i>Intercept</i>	<i>Trend and Intercept</i>	<i>None</i>	<i>Intercept</i>	<i>Trend and Intercept</i>	<i>None</i>
<i>PSI-20</i>	0.0093	0.0051*	0.0536	0.0001	0.0000*	0.0001
<i>WTI- OIL</i>	0.1632	0.3356	0.0860*	0.0001	0.0000*	0.0001
<i>XAUUSD</i>	0.3064*	0.6395	0.8369	0.0001	0.0000*	0.0001
<i>GVZ</i>	0.0018	0.0002*	0.1326	0.0000*	0.0000*	0.0000*
<i>OVX</i>	0.0001*	0.0006	0.0444	0.0000*	0.0000*	0.0000*

Nota: Os lags desfasados foram selecionados automaticamente pelo critério AIC onde * indica as variáveis exógenas incluídas no teste de acordo com os critérios AIC

Tabela 5 – P-Values do teste PP

Variable	Level			First Difference		
	<i>Intercept</i>	<i>Trend and Intercept</i>	<i>None</i>	<i>Intercept</i>	<i>Trend and Intercept</i>	<i>None</i>
<i>PSI-20</i>	0.0068	0.0045	0.0440*	0.0001	0.0000*	0.0001
<i>WTI- OIL</i>	0.1553	0.2866	0.0985*	0.0001	0.0000*	0.0001
<i>XAUUSD</i>	0.3075*	0.6409	0.8370	0.0001	0.0000*	0.0001
<i>GVZ</i>	0.0034	0.0003*	0.1737	0.0001	0.0000*	0.0001
<i>OVX</i>	0.0000*	0.0000*	0.0320	0.0001	0.0000*	0.0001

Nota: * Indica as variáveis exógenas incluídas no teste de acordo com o critério AIC.

Tendo por base os níveis de significância de 5%, tanto para o teste ADF como para o teste PP, o PSI-20 e os indicadores de volatilidade dos *commodities* (GVZ e OVX) são variáveis estacionárias em níveis, enquanto que o crude (WTI) e o ouro (XAUUSD) tornam-se estacionários apenas em primeiras diferenças.

Conclui-se, assim, que não existem variáveis integradas em ordem 2, pelo que podemos estimar o modelo NARDL, que servirá de modo a encontrar assimetrias no curto e longo-prazo para detetarmos se existem evidências de que os preços dos *commodities* e as suas volatilidades associadas (GVX e OVX) têm impacto no índice bolsista português PSI-20.

5.4 Seleção dos Desfasamentos (Lags) Ótimos

Tabela 6 Representação do número ótimo de desfasamentos (Lag)

VAR Lag Order Selection Criteria
 Endogenous variables: PSI20_FECHO WTI_FECHO XAU_USD OVX_FECHO G...
 Exogenous variables: C
 Date: 11/23/20 Time: 10:21
 Sample: 6/03/2008 6/30/2020
 Included observations: 3037

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-81123.14	NA	1.10e+17	53.42650	53.43641	53.43006
1	-50281.68	61561.07	1.69e+08	33.13248	33.19194	33.15386
2	-49940.08	680.7279	1.37e+08	32.92399	33.03299	32.96317
3	-49721.25	435.3496	1.20e+08	32.79634	32.95489*	32.85334
4	-49644.72	151.9926*	1.16e+08*	32.76241*	32.97050	32.83721*

* indicates lag order selected by the criterion
 LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)
 FPE: Final prediction error
 AIC: Akaike information criterion
 SC: Schwarz information criterion
 HQ: Hannan-Quinn information criterion

De acordo com a Tabela 6, a seleção automática de desfasamentos ótimos a utilizar no nosso modelo NARDL, aponta, pela análise LR, FPE, AIC e HQ, onde o para um número de desfasamentos ótimos a utilizar de quatro.

Tabela 7 – Testes diagnóstico nas estimativas NARDL

Growth Model Proxy	Teste Diagnóstico	F-Statistic	P-value
Non-Linear Growth Model NARDL	Breusch-Godfrey	2.806843	0.0606
	Jarque-Bera	6413.586	0.0000
	Breusch-Pagan-Godfrey	15.97376	0.0000
	Ramsey's RESET	4.661153	0.0309

5.5 Teste à Autocorrelação

De acordo com a Tabela 6, obtivemos 4 testes diagnóstico. O teste *Breush-Godfrey* proposto por Breusch & Pagan (1979) traduz o teste LM (*lagrange multiplier test*), possuindo como objetivo avaliar a autocorrelação da série, onde:

$H_0: p = 0$, Não existe correlação da série no modelo

$H_0: p \neq 0$, Existe correlação da série no modelo

Ao estimarmos o teste, obtemos que a hipótese nula é rejeitada pois o *p-value* < 0.1, logo podemos concluir que existe autocorrelação.

5.6 Teste à Heterocedasticidade

De modo a observar os níveis de heterocedasticidade foi efetuado o teste *Breush-Pagan-Godfrey*, onde assumimos que a hipótese nula é dada por:

H_0 : Variação dos resíduos constante – Logo existe homocedasticidade

H_1 : Variação dos resíduos não constante – Logo existe heterocedasticidade

De acordo com a tabela 6 rejeitamos a hipótese nula, logo admitimos a existência de heterocedasticidade.

5.7 Ramsey RESET Test

Para analisarmos a regressão das variáveis decidi utilizar o modelo *Ramsey's RESET test* onde tentamos perceber se o modelo está escrito na sua forma funcional correta. Para isso foram consideradas as seguintes hipóteses:

H_0 : Não existem combinações não lineares significativas, ou seja o modelo está bem especificado.

H_1 : Existem combinações não lineares significativas, ou seja o modelo não está bem especificado.

Ao realizarmos o teste observamos que ao rejeitarmos a hipótese nula, logo o modelo parece não estar bem especificado na sua forma funcional.

5.8 Teste à Normalidade dos Resíduos

Para obtermos se o nosso modelo se desenvolve numa distribuição normal ou não normal é efetuado o teste *Jarque-Bera*, onde consideramos que:

H_0 : Existe normalidade nos resíduos

H_1 : Não existe normalidade nos resíduos

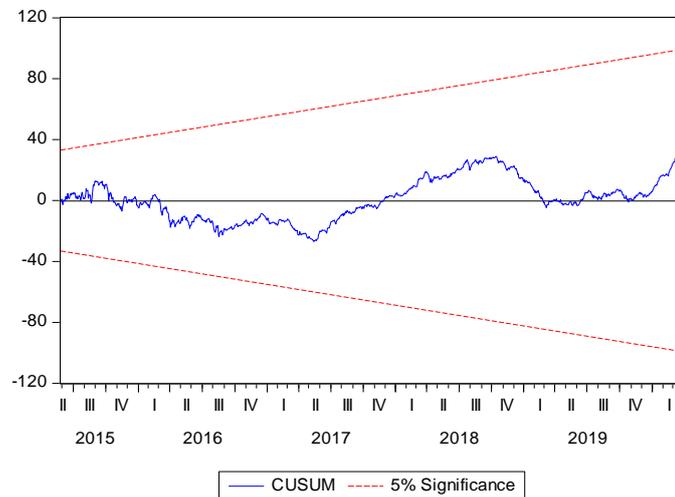
Rejeitamos a hipótese nula, logo os erros não seguem uma distribuição normal.

Observámos a presença de heterocedasticidade e de autocorrelação, logo para podermos estimar o nosso modelo NARDL vamos utilizar o estimador *Newey West* que servirá para corrigir o problema de autocorrelação e da heterocedasticidade aqui presente. O problema da não normalidade é auto-resolvido pela existência de uma amostra de dimensão bastante significativa (Teorema do Limite Central). Vamos assumir igualmente que o modelo está bem especificado na sua forma funcional, apesar da conclusão contrária fornecida pelo Teste Ramsey RESET. No entanto, devemos ter em conta que este teste é apenas indicado para estimações OLS, o que não é o nosso caso por estarmos a estimar um NARDL.

5.9 Gráfico CUSUM

Para o gráfico CUSUM a hipótese de estabilidade encontrar-se-ia rejeitada se o gráfico de estatística se encontrasse fora da banda de valores para um nível de significância de 5%.

Figura 6 – Representação gráfica do CUSUM (cumulative sum)



É possível observar pela Figura 8, onde o gráfico CUSUM confirma a estabilidade do modelo e das nossas estimativas.

5.10 Modelo NARDL

Tal como no modelo ARDL de Pesaran M.H *et al.* (2001), o modelo NARDL permite a inserção de *dummies* de forma a garantir estabilidade no modelo, visto que na revisão de literatura a crise financeira de 2008 proporcionou uma grande instabilidade nos mercados financeiros. Então para se poder ter um modelo estável foi criada uma *dummy* que irá incluir o período de maior volatilidade do índice PSI-20 que neste caso foi entre os períodos 03/06/2008 até 26/05/2015.

5.10.1 F-Bounds Test

Tabela 8 – F-Bounds Test

F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
Asymptotic: n=1000				
F-statistic	5.649306	10%	1.85	2.85
k	8	5%	2.11	3.15
		2.5%	2.33	3.42
		1%	2.62	3.77
Finite Sample: n=80				
Actual Sample Size	2972	10%	-1	-1
		5%	-1	-1
		1%	-1	-1

Antes de podermos estimar uma possível conclusão é necessário entender se as variáveis se encontram cointegradas, ou seja podemos assumir que caso as variáveis não sejam cointegradas terão uma relação espúria. O autor Raza *et al.* (2016) recomenda a utilização da hipótese nula em níveis e comparar os seus valores críticos aos valores do teste de bandas proposto por Pesaran M.H *et al.* (2001). Caso o *F-Statistic* seja maior que o valor crítico da banda superior, então existe evidência de cointegração.

Utilizando os valores críticos, podemos ver que o *F-statistic* é superior ao *upper bound* para as variáveis, podendo concluir-se que há uma relação de longo-prazo, ou seja existem choques no curto-prazo que irão afetar os movimentos das séries individuais no longo-prazo, logo existe cointegração entre as variáveis.

5.10.2 Estimação de Longo-prazo

Ao estimarmos este modelo ele irá decompor as variáveis independentes em duas partes, uma delas positiva e outra negativa, de modo a observar os seus impactos na variável dependente, que neste caso é o índice bolsista português PSI-20. A parte positiva traduzirá o impacto de um aumento dessa variável no PSI-20. A parte negativa traduzirá o impacto de uma descida dessa variável no PSI-20.

Tabela 9 – Estimação de longo prazo do modelo NARDL

Levels Equation				
Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
WTI_FECHO_POS	14.96585	9.255741	1.616927	0.1060
WTI_FECHO_NEG	15.74963	9.049242	1.740436	0.0819
XAU_USD_POS	-4.252653	0.855156	-4.972956	0.0000
XAU_USD_NEG	-2.772550	0.638253	-4.343968	0.0000
GVZ_FECHO_POS	-116.1809	35.07009	-3.312820	0.0009
GVZ_FECHO_NEG	-131.3021	37.72814	-3.480216	0.0005
OVX_FECHO_POS	2.798174	11.08429	0.252445	0.8007
OVX_FECHO_NEG	-0.144249	10.87115	-0.013269	0.9894
C	5981.249	1152.772	5.188580	0.0000

Verifica-se todas as variáveis são estatisticamente significativas, com exceção da variável de subida do preço do petróleo e das variáveis relativas à volatilidade do preço do petróleo.

Concluimos assim que um aumento do preço do ouro e da sua volatilidade (GVZ), terá um impacto negativo no PSI-20 (relação negativa), ou seja irá fazer com que exista uma queda do índice. Por sua vez, uma diminuição do preço do ouro e da sua volatilidade irá contribuir para um aumento do PSI-20 (relação negativa). O PSI-20 irá reagir igualmente de forma negativa caso ocorra uma descida no preço do ouro e na sua volatilidade. De salientar que um choque positivo no preço do ouro é superior a um choque negativo correspondente. No caso da volatilidade do preço do ouro, o choque negativo tem um efeito superior.

Por sua vez, uma descida do preço do crude (WTI) contribui para depreciar o índice PSI-20 (relação positiva).

Estes resultados de longo-prazo estão em linha com os resultados de Raza *et al.* (2016) se considerarmos a sua análise para os mercados (México, Malásia, Tailândia, Chile e Indonésia) onde indica que tanto o ouro como o petróleo possuem um impacto negativo nas cotações desses mesmos mercados. No caso do WTI uma depreciação irá resultar também numa depreciação do índice.

5.10.3 Estimação de Curto-prazo

A Tabela 9 apresenta os resultados de curto-prazo.

Tabela 10 – Estimação de curto prazo do modelo NARDL através do ECM

ECM Regression				
Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PSI20_FECHO(-1))	0.085134	0.018095	4.704756	0.0000
D(WTI_FECHO_NEG)	-3.998407	1.482229	-2.697563	0.0070
D(WTI_FECHO_NEG(-1))	-2.613286	1.473922	-1.773016	0.0763
D(WTI_FECHO_NEG(-2))	3.924940	1.468033	2.673604	0.0075
D(WTI_FECHO_NEG(-3))	-2.658177	1.466076	-1.813124	0.0699
D(XAU_USD_POS)	-0.429145	0.192476	-2.229604	0.0258
D(XAU_USD_POS(-1))	0.469998	0.192208	2.445255	0.0145
D(XAU_USD_NEG)	0.344935	0.178088	1.936881	0.0529
D(XAU_USD_NEG(-1))	-0.295858	0.178148	-1.660745	0.0969
D(GVZ_FECHO_POS)	0.994307	1.857034	0.535427	0.5924
D(GVZ_FECHO_POS(-1))	-3.642822	1.964582	-1.854249	0.0638
D(GVZ_FECHO_POS(-2))	2.502326	2.013362	1.242860	0.2140
D(GVZ_FECHO_POS(-3))	-4.896493	2.028501	-2.413848	0.0158
D(GVZ_FECHO_NEG)	-10.99433	2.610815	-4.211074	0.0000
D(GVZ_FECHO_NEG(-1))	-3.998649	2.574537	-1.553153	0.1205
D(GVZ_FECHO_NEG(-2))	-0.461550	2.515410	-0.183489	0.8544
D(GVZ_FECHO_NEG(-3))	-6.298856	2.459630	-2.560896	0.0105
DUMMY	20.63833	4.047999	5.098403	0.0000
CointEq(-1)*	-0.017210	0.002286	-7.527666	0.0000
R-squared	0.052508	Mean dependent var	-1.649771	
Adjusted R-squared	0.046732	S.D. dependent var	81.58167	
S.E. of regression	79.65261	Akaike info criterion	11.59960	
Sum squared resid	18735420	Schwarz criterion	11.63794	
Log likelihood	-17218.00	Hannan-Quinn criter.	11.61340	
Durbin-Watson stat	1.989245			

* p-value incompatible with t-Bounds distribution.

Como esperado, o campo do *error correction em cima representado como CointEq(-1)**, é negativo com um valor estimado de -0,017210. Isto significa que aproximadamente 1.72% dos movimentos de desequilíbrio irão ser corrigidos num período (dia). Devido a termos um *t-statistic* tão grande mais concretamente de -7.52766, podemos concluir que o coeficiente é extremamente significativo. É possível observar também que a nossa variável *DUMMY* é estatisticamente significativa e apresenta um valor positivo de aproximadamente 20.63. Isto sugere que no período entre 03/06/2008 até 26/05/2015 terão ocorrido outros fatores (não capturados no nosso modelo) que terão permitido um aumento do índice acionista PSI-20.

Note-se também que o índice acionista PSI-20 apresenta alguma persistência porque o seu valor desfasado é estatisticamente positivo e tem um efeito positivo no seu valor

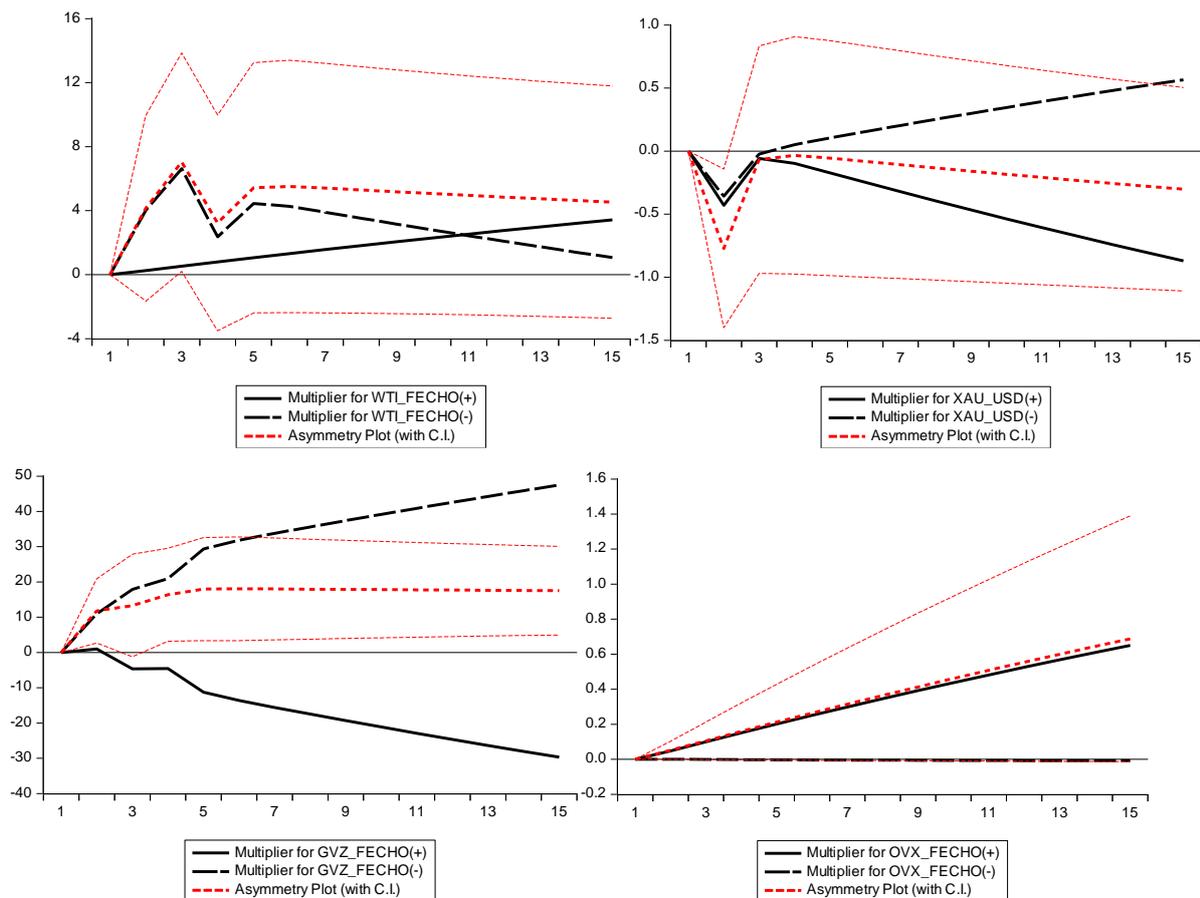
contemporâneo. Em relação às restantes variáveis, confirmamos a existência de impactos assimétricos no PSI-20 também no curto-prazo. Finalmente, importa acrescentar ainda que o nosso modelo NARDL descreve relativamente bem a evolução do índice PSI-20 (Anexo 6).

5.10.4 Gráficos Dynamic Multiplier

A Figura 7 ilustra os gráficos dos *dynamic multipliers*, onde mostram alguns ajustes a um choque dos *commodities* e as suas volatilidades associadas ao PSI-20 desde um nível inicial do choque até aos seus níveis de equilíbrio. As combinações lineares dos multiplicadores correspondem às mudanças positivas e negativas dos choques apresentados através de curvas assimétricas. As assimetrias positivas e negativas são apresentadas através de linhas vermelhas a tracejado e correspondem às subidas e descidas das bandas de assimetria a um nível de confiança de 95%.

Assim, o impacto de um aumento do GVZ é negativo e o impacto de uma diminuição do GVZ é positivo, mas o efeito assimétrico combinado de um choque nesta variável será positivo no PSI-20. No caso do preço do ouro, o efeito combinado tende a ser essencialmente negativo, tornando-se cada vez mais negativo ao longo do tempo.

Figura 7 – Representação gráfica dos multiplicadores dinâmicos



Legenda dos gráficos: Os *dynamic multipliers* são descritos por uma linha preta que diz respeito ao impacto positivo (negativo) na mudança do PSI-20. A marca a horizontal encontra-se representado em forma trimestral e as marcas a vertical estão representadas por pontos percentuais

VI. Conclusão

Neste último capítulo será conduzida uma breve conclusão aos resultados obtidos. Por fim, iremos proceder a uma breve sugestão para estudos futuros.

Na presente literatura, através de estudos econométricos e de caso descobrem diversas direções que os índices podem tomar em momentos de incerteza em relação aos *commodities*, cuja evidência empírica tem assentado sobretudo em índices de grande impacto mundial, como é o caso do S&P-500, NASDAQ ou CAC-40. Destes estudos já realizados foram estimados sempre com grandes focos em crises financeiras, datas e metodologias diferentes ou até nos índices mais comuns como é o caso do norte americano dependendo sempre do objetivo de cada estudo.

Na presente dissertação, pretendia-se estimar qual o impacto dos *commodities* (mais concretamente a cotação do petróleo e do ouro, mas também as suas volatilidades associadas GVZ e OVX) no índice bolsista português, o PSI-20. A análise foi realizada no maior momento disponível de todas as variáveis desde 2008 até 2020, através de dados disponibilizados através do terminal Bloomberg.

Com o objetivo de mostrar quais as relações e os seus efeitos, foram necessários diversos testes. Foi selecionado o modelo NARDL, originalmente desenvolvido por Shin *et al.* (2014) trazendo a principal vantagem de determinar a cointegração assimétrica das variáveis de estudo e com o objetivo de responder às seguintes perguntas:

Q1 Existirá relação entre as *commodities* selecionadas e o índice bolsista PSI-20?

Q2 O índice bolsista português reage a uma alteração significativa das *commodities* selecionadas e das suas volatilidades associadas no curto-prazo e no longo-prazo?

Q3 O preço do crude (WTI), visto ser um custo elevado para as empresas será que tem um impacto significativo na cotação do PSI-20?

Os resultados dos testes iniciais de diagnóstico revelaram problemas de heterocedasticidade e autocorrelação da qual foi corrigida através do estimador *newey west* de modo a estabilizar o modelo. Os resultados do teste *F-bound* revela uma evidência onde as variáveis selecionadas movem-se em direções de longo-prazo juntamente, ou seja estão cointegradas.

De acordo com as variáveis selecionadas, é possível observar através do modelo que tem comportamentos bastante distintos e isso poderá ser explicado pelas diferentes características

que estas commodities tem para com o PSI20. O impacto assimétrico do preço do crude e do ouro, conduzem a efeitos no PSI20, mas até nas próprias decisões dos próprios investidores. É possível observar no caso do crude a sua relação ao PSI20 e pode ser explicada por ser uma das commodities das quais as empresas dependam para a sua produção e transporte de matérias primas. Enquanto ao observar a variável XAUUSD, onde neste caso obteve sempre resultados significativos no curto e longo prazo, onde a sua movimentação poderia servir para explicar movimentos do PSI-20. A proporcionar coeficientes negativos no PSI-20 pode dar-se de uma forma preliminar alguma evidencia de *safe-haven*, ou seja, sempre que o ouro tem movimentos positivos o PSI20 trará movimentos negativos e vice-versa.

É possível verificar alguma dependência do PSI-20 para com o preço do crude. Ao existir uma relação positiva de ambos, verifica-se de certa forma que apesar de ser um custo elevado para as empresas, ao existir uma trajetória de crescimento desta *commodity* irá resultar consequentemente numa apreciação da cotação deste índice, podemos de certa forma rejeitar de forma preliminar esta hipótese.

Estes resultados proporcionam diversas conclusões interessantes e uma delas é o facto das *commodities* poderem ser um ótimo preditor na avaliação do índice bolsista português, ou seja, os investidores deste índice devem de certa forma estar atentos ao seu comportamento na integra para poderem maximizar os seus rendimentos e mitigar as suas potenciais perdas.

Para futuras investigações e, visto que se observou uma relação assimétrica entre o ouro e o PSI-20 e a maneira como podia ser utilizado como ativo de refúgio seria interessante incluir outros ativos de refúgio utilizados nos dias de hoje como é o caso do franco suíço (CHF), obrigações do tesouro norte americanas ou até caso se justifique alguma das cripto moedas.

Não só substituir os possíveis ativos de refúgio, mas também efetuar uma seleção de algumas cotações de empresas e efetuar uma comparação sobre as quais tendem a reagir de forma mais significativa. De modo a observar também a dependência do crude no índice bolsista português poderia ser interessante observar o impacto de outros commodities como é o caso do gás natural, prata, entre outras. Também, não só estudar o comportamento do índice bolsista, mas efetuar um estudo através de um portfólio baseado num leque de empresas portuguesas por setor para tentar relacionar se estas *commodities* poderão ter de facto um papel predominante no impacto do tecido empresarial português.

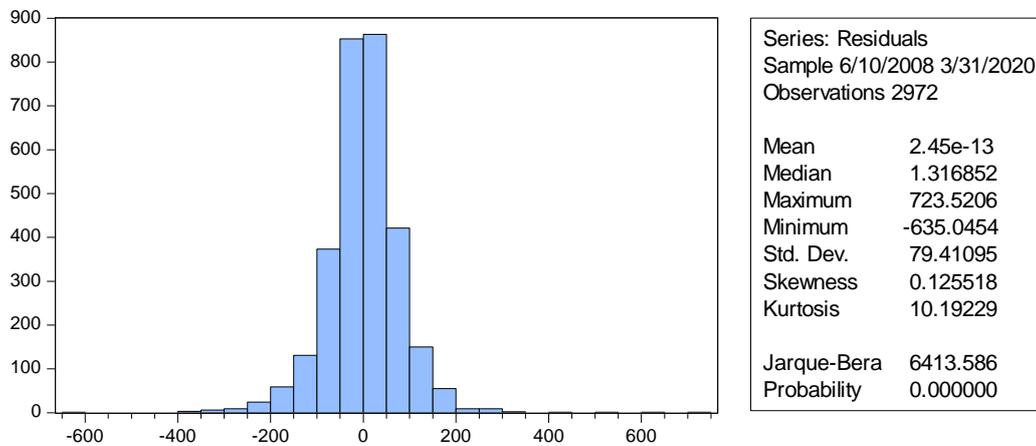
VII. Referencias Bibliográficas:

- Agyei-Ampomah, S., Gounopoulos, D., & Mazouz, K. (2014). Does gold offer a better protection against losses in sovereign debt bonds than other metals? *Journal of Banking and Finance*, 40(1), 507–521.
- Apergis, N., & Miller, S. M. (2009). Do structural oil-market shocks affect stock prices? *Energy Economics*, 31(4), 569–575.
- Baur, D. G., & Lucey, B. M. (2010). Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold. *Financial Review*, 45(2), 217–229.
- Baur, D. G., & McDermott, T. K. (2010). Is gold a safe haven? International evidence. *Journal of Banking and Finance*.
- Baur, D. G., & McDermott, T. K. J. (2016). Why is gold a safe haven? *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 10, 63–71.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979). A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation. *Econometrica*, 47(5), 1287–1294.
- Capie, F., Mills, T. C., & Wood, G. (2005). Gold as a hedge against the dollar. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 15(4), 343–352.
- Cunado, J., & Perez de Gracia, F. (2014). Oil price shocks and stock market returns: Evidence for some European countries. *Energy Economics*, 42, 365–377.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427–431.
- Hanabusa, K. (2009). Causality relationship between the price of oil and economic growth in Japan. *Energy Policy*, 37(5), 1953–1957.
- Nafday, A. M. (2009). Strategies for managing the consequences of black swan events. *Leadership and Management in Engineering*, 9(4), 191–197.
- Pesaran M.H, Shin Y., & Smith R.J. (2001). Bounds Testing Approaches To the Analysis. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289–326.
- Phan, D. H. B., Tran, V. T., & Nguyen, D. T. (2019). Crude oil price uncertainty and corporate investment: New global evidence. *Energy Economics*, 77, 54–65.

- Phillips, P. C. B., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335–346.
- Raza, N., Jawad Hussain Shahzad, S., Tiwari, A. K., & Shahbaz, M. (2016). Asymmetric impact of gold, oil prices and their volatilities on stock prices of emerging markets. *Resources Policy*, 49, 290–301.
- Shin, Y., Yu, B., & Greenwood-Nimmo, M. (2014). Modelling Asymmetric Cointegration and Dynamic Multipliers in a Nonlinear ARDL Framework. In *Festschrift in Honor of Peter Schmidt* (pp. 281–314).
- Tursoy, T., & Faisal, F. (2018). The impact of gold and crude oil prices on stock market in Turkey: Empirical evidences from ARDL bounds test and combined cointegration. *Resources Policy*, 55, 49–54.
- Yao, C. Z., & Kuang, P. C. (2019). A study of lead–lag structure between international crude oil price and several financial markets. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 531, 121755.
- Zhu, Y., Fan, J., & Tucker, J. (2018). The impact of monetary policy on gold price dynamics. *Research in International Business and Finance*, 44, 319–331.
- Bloomberg. Website visitado a 08/05/2020. Disponível em: www.bloomberg.com

VIII. Anexos

Anexo 1 - Testes de normalidade e Histograma



Anexo 2 - LM Test

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	2.806843	Prob. F(2,2942)	0.0606
Obs*R-squared	5.660129	Prob. Chi-Square(2)	0.0590

Anexo 3 - Teste à Heterocedasticidade

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	15.97376	Prob. F(27,2944)	0.0000
Obs*R-squared	379.7594	Prob. Chi-Square(27)	0.0000
Scaled explained SS	1712.696	Prob. Chi-Square(27)	0.0000

Anexo 4 - Ramsey Reset Test

Ramsey RESET Test

Equation: NARDL

Specification: PSI20_FECHO PSI20_FECHO(-1) PSI20_FECHO(-2)
 WTI_FECHO_POS WTI_FECHO_NEG WTI_FECHO_NEG(-1)
 WTI_FECHO_NEG(-2) WTI_FECHO_NEG(-3)
 WTI_FECHO_NEG(-4) XAU_USD_POS XAU_USD_POS(-1)
 XAU_USD_POS(-2) XAU_USD_NEG XAU_USD_NEG(-1)
 XAU_USD_NEG(-2) GVZ_FECHO_POS GVZ_FECHO_POS(-1)
 GVZ_FECHO_POS(-2) GVZ_FECHO_POS(-3)
 GVZ_FECHO_POS(-4) GVZ_FECHO_NEG GVZ_FECHO_NEG(-1)
 GVZ_FECHO_NEG(-2) GVZ_FECHO_NEG(-3)
 GVZ_FECHO_NEG(-4) OVX_FECHO_POS OVX_FECHO_NEG
 DUMMY2 C

Omitted Variables: Squares of fitted values

	Value	df	Probability
t-statistic	2.158970	2943	0.0309
F-statistic	4.661153	(1, 2943)	0.0309

F-test summary:

	Sum of Sq.	df	Mean Squares
Test SSR	29626.42	1	29626.42
Restricted SSR	18735420	2944	6363.933
Unrestricted SSR	18705794	2943	6356.029

Anexo 5 - NARDL Output

Dependent Variable: PSI20_FECHO
 Method: ARDL
 Date: 11/17/20 Time: 11:12
 Sample (adjusted): 6/10/2008 3/31/2020
 Included observations: 2972 after adjustments
 Maximum dependent lags: 4 (Automatic selection)
 Model selection method: Akaike info criterion (AIC)
 Dynamic regressors (4 lags, automatic): WTI_FECHO_POS
 WTI_FECHO_NEG XAU_USD_POS XAU_USD_NEG
 GVZ_FECHO_POS GVZ_FECHO_NEG OVX_FECHO_POS
 OVX_FECHO_NEG
 Fixed regressors: DUMMY2 C
 Number of models evaluated: 1562500
 Selected Model: ARDL(2, 0, 4, 2, 2, 4, 4, 0, 0)
 HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed
 bandwidth = 9.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
PSI20_FECHO(-1)	1.067924	0.026683	40.02293	0.0000
PSI20_FECHO(-2)	-0.085134	0.026527	-3.209348	0.0013
WTI_FECHO_POS	0.257567	0.175580	1.466953	0.1425
WTI_FECHO_NEG	-3.998407	3.423065	-1.168078	0.2429
WTI_FECHO_NEG(-1)	1.656176	3.779884	0.438155	0.6613
WTI_FECHO_NEG(-2)	6.538226	3.553786	1.839792	0.0659
WTI_FECHO_NEG(-3)	-6.583117	4.092364	-1.608634	0.1078
WTI_FECHO_NEG(-4)	2.658177	2.371457	1.120904	0.2624
XAU_USD_POS	-0.429145	0.252686	-1.698333	0.0896
XAU_USD_POS(-1)	0.825953	0.392573	2.103947	0.0355
XAU_USD_POS(-2)	-0.469998	0.273741	-1.716944	0.0861
XAU_USD_NEG	0.344935	0.224263	1.538081	0.1241
XAU_USD_NEG(-1)	-0.688509	0.435523	-1.580879	0.1140
XAU_USD_NEG(-2)	0.295858	0.293490	1.008069	0.3135
GVZ_FECHO_POS	0.994307	2.322518	0.428116	0.6686
GVZ_FECHO_POS(-1)	-6.636638	3.848152	-1.724630	0.0847
GVZ_FECHO_POS(-2)	6.145149	4.633515	1.326239	0.1849
GVZ_FECHO_POS(-3)	-7.398819	4.489705	-1.647952	0.0995
GVZ_FECHO_POS(-4)	4.896493	3.253557	1.504966	0.1324
GVZ_FECHO_NEG	-10.99433	4.272395	-2.573342	0.0101
GVZ_FECHO_NEG(-1)	4.735935	4.514178	1.049124	0.2942
GVZ_FECHO_NEG(-2)	3.537100	7.084821	0.499250	0.6176
GVZ_FECHO_NEG(-3)	-5.837306	5.297954	-1.101804	0.2706
GVZ_FECHO_NEG(-4)	6.298856	4.249000	1.482432	0.1383
OVX_FECHO_POS	0.048157	0.191393	0.251615	0.8014
OVX_FECHO_NEG	-0.002483	0.187056	-0.013272	0.9894
DUMMY2	20.63833	8.083496	2.553144	0.0107
C	102.9391	29.67005	3.469462	0.0005
R-squared	0.995305	Mean dependent var		6017.776
Adjusted R-squared	0.995262	S.D. dependent var		1159.004
S.E. of regression	79.77427	Akaike info criterion		11.60566
Sum squared resid	18735420	Schwarz criterion		11.66215
Log likelihood	-17218.00	Hannan-Quinn criter.		11.62599
F-statistic	23117.41	Durbin-Watson stat		1.989245
Prob(F-statistic)	0.000000			

*Note: p-values and any subsequent tests do not account for model selection.