

Escola de Ciências Sociais e Humanas  
Departamento de Economia Política

**O Impacto dos Preços do Petróleo nos Mercados Acionistas: o  
Caso Brasileiro**

Ana Isabel Antunes Santos

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de  
Mestre em Economia Monetária e Financeira

Orientador:

Professor Doutor Emanuel Leão, Professor Auxiliar,  
ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa

Co-orientadora:

Professora Doutora Viviane Luporini, Professora Adjunta,  
IE – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Outubro, 2014

## AGRADECIMENTOS

---

Na conclusão desta importante etapa da minha vida, não poderia deixar de expressar os meus sinceros agradecimentos àqueles que – de uma forma ou de outra – estiveram sempre ao meu lado.

Ao Professor Doutor Emanuel Leão. Pela disponibilidade. Pela compreensão e tolerância. Muito obrigada.

Ao Professor Doutor Marcelo Ferraro e à Professora Doutora Viviane Luporini. Pelos conselhos metodológicos.

Aos meus pais.

Ao meu pai. Pela oportunidade de ter tirado mestrado. E por ter embarcado comigo neste aventura: daqui e de além-mar. À minha mãe. Que sempre acreditou em mim. E pelo amor incondicional. Ao meu irmão.

Aos meus tios: São e Nuno. A minha outra mãe. E o meu outro pai. Pelo carinho e dedicação constantes ao longo destes 28 anos.

Ao Vicente, por toda a força e motivação. Sem ti, teria sido bem mais difícil.

À Catarina. Não é minha irmã. Mas podia sê-lo.

Muito obrigada aos meus grandes amigos. Partilhei e partilho com todos eles, grandes momentos.

Um especial agradecimento à Erika. Uma grande economista. A minha colombiana favorita. Sempre disponível e atenciosa. Muito obrigada.

Aos meus ex-colegas do Diário Económico, Pedro Latoeiro e Hugo Monteiro. Que me ajudaram com a recolha dos dados. Ao Raul Vaz.

E por fim, mas não menos importante: à Celeste e ao João.

## RESUMO

Após o final da II Guerra Mundial, o petróleo assumiu um papel de relevo para as economias, cada vez mais industrializadas. O principal objetivo deste estudo é quantificar o impacto das oscilações de preço do WTI no índice Bovespa – o índice de referência brasileiro. Para isso, formulou-se um modelo de vetores autorregressivos (VAR), recorrendo a séries temporais de dados mensais e relativos ao período de Janeiro de 2008 a Dezembro de 2012. A estacionaridade das séries, em primeiras diferenças, foi confirmada através dos testes de raiz unitária, ADF, PP e KPSS. Os resultados sugerem que choques nos preços do barril de petróleo se transmitem ao Ibovespa através das companhias do sector petrolífero.

**Classificação JEL:** G10, Q3

**Palavras-chave:** Preços do petróleo, mercados acionistas, Ibovespa, modelo VAR.

## ABSTRACT

After the end of World War II, crude oil gained prominence in the global economy. This study examines the dynamic linkages between WTI crude oil and Bovespa Index. The vector autoregression (VAR) analysis is carried on monthly data for the period spanned from January 2008 to December 2012. Unit root tests – ADF, PP and KPSS – have been used to prove data are stationary. The results suggest that a correlation between WTI and Ibovespa was found.

**JEL Classification:** G10, Q3

**Keywords:** Oil prices, stock markets, Bovespa Index, VAR model.

## ÍNDICE DE FIGURAS

1	Figura 3.1	Produção e Preços do Crude, 1900-2013	9
2	Figura 3.2	Consumo de Petróleo na China, 2000-2010	18
3	Figura 4.1	Consumo Diário de Petróleo, 2013	20
4	Figura 4.2	Preço Spot do Brent e do WTI, 1987-2013	21

## ÍNDICE DE QUADROS

1	Quadro 3.1	Causas do Aumento do Preço do Crude, 1947-2008	13
2	Quadro 3.2	Crescimento dos Tigres Asiáticos, 1960-1992	17
3	Quadro 4.1	Testes de raiz unitária: ADF, PP e KPSS	23

## ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO .....	1
2.	REVISÃO DE LITERATURA .....	3
3.	CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA .....	8
3.1.	O PETRÓLEO E O SEU VALOR COMERCIAL .....	10
3.2.	O PROCESSO DE REFINO E DERIVADOS DO PETRÓLEO.....	11
4.	OS GRANDES CHOQUES PETROLÍFEROS.....	13
4.1.	1946-1972: O PÓS-GUERRA .....	13
4.2.	1973-1996: A ÉPOCA DE OURO DA OPEP .....	15
4.3.	1997-2010: O MILAGRE ASIÁTICO E A CRISE DE 2008 .....	16
4.3.1.	A CRISE DOS “TIGRES ASIÁTICOS” .....	16
4.3.2.	2007-2008: O CRESCIMENTO DA PROCURA E A ESTAGNAÇÃO DA OFERTA.....	17
5.	DADOS .....	20
6.	TESTES DE RAÍZ UNITÁRIA .....	22
7.	O MÉTODO VAR: RESULTADOS .....	23
8.	CONCLUSÃO .....	25
	BIBLIOGRAFIA.....	26

## GLOSSÁRIO DE SIGLAS

<b>AFD</b>	<i>Augmented Dickey Fuller</i>
<b>AIC</b>	<i>Akaike Information Criterion</i>
<b>API</b>	<i>American Petroleum Institut</i>
<b>E&amp;P</b>	Exploração e Produção
<b>EUA</b>	Estados Unidos da América
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>Ibovespa</b>	Índice Bovespa
<b>KPSS</b>	<i>Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin</i>
<b>NBER</b>	<i>The National Bureau of Economic Research</i>
<b>NYMEX</b>	<i>New York Mercantile Exchange</i>
<b>OPEP</b>	<i>Organization of Petroleum Exporting Countries</i>
<b>OPEP</b>	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto
<b>PP</b>	<i>Phillips e Perron</i>
<b>S&amp;P 500</b>	Standard & Poor's 500
<b>TRC</b>	<i>Texas Railroad Comission</i>
<b>URSS</b>	União das Repúblicas Socialista Soviéticas
<b>VAR</b>	Vetores Autorregressivos
<b>WTI</b>	<i>West Texas Intermediate</i>

## 1. INTRODUÇÃO

As décadas que se seguiram à II Guerra Mundial caracterizam-se pela crescente industrialização das economias. O petróleo, que começou a afirmar-se no final do século XIX como matéria-prima de excelência, foi um dos grandes catalisadores desta mudança. Um olhar atento para história do mundo contemporâneo confirma a proximidade do petróleo aos grandes acontecimentos políticos e económicos. Hamilton (1983) afirma que as subidas no preço do barril de crude estão intimamente relacionadas com sete, das oito recessões pós-guerra nos EUA. Se assim é, será expectável que flutuações no preço do petróleo estejam correlacionadas com variações dos índices nos mercados acionistas.

Esta hipótese é a linha condutora deste trabalho que tem por objetivo identificar o impacto dos preços do petróleo nos mercados acionistas, nomeadamente no brasileiro Ibovespa. A literatura sobre o tema é relativamente pouca, tendo em conta a sua especificidade. Destacam-se nomes como Huang *et all* (1995), Maghyreh (2004) ou Odusami (2006), que não encontraram robustez de resultados que validassem a hipótese de correlação positiva entre o comportamento dos mercados de ações e as movimentações nos preços do petróleo.

A metodologia habitualmente aplicada pelos investigadores que se dedicam a esta área é um modelo de vetores autorregressivos (VAR). Existem, no entanto, exceções: Odusami (2006), por exemplo, opta por um GARCH e uma das justificações terá que ver com o fator volatilidade dos mercados, tanto do acionista como do de *commodities*.

As séries de variáveis, mensais, compreendem o período de Janeiro de 2008 a Dezembro de 2012. Farão parte do modelo os dados relativos ao volume do Ibovespa e do S&P500, bem como os preços do WTI, a taxa de câmbio BRL-USD e ainda os números do PIB brasileiro.

Os resultados obtidos divergem, parcialmente, de tantos outros descritos pela literatura. É muito difícil confirmar relações de causalidade entre as variações dos preços do petróleo e os índices bolsistas. No entanto, e pelo elevado peso da Petrobras no Ibovespa, as oscilações no preço do crude transmitem-se ao índice. Porém, a longo prazo esta reacção dilui-se rapidamente.

No Capítulo II procede-se a uma meticolosa revisão da literatura, fonte de conhecimentos sobre as dificuldades, metodologias e resultados dos demais autores. Na secção seguinte, o petróleo ganha o protagonismo. Face à sua importância para a economia à escala global, torna-se obrigatório saber um pouco mais sobre a sua história, – que remonta a 1859 – o seu valor comercial e os processos de refino. Percorrem-se também os grandes choques petrolíferos de 1946 a 2008. O Capítulo IV reserva-se à descrição da metodologia e dos resultados. E finalmente, as considerações finais são descritas no Capítulo V. Por fim, constam a bibliografia e os anexos.

Por último, aproveito para destacar o impacto positivo que terá este trabalho para a literatura sobre o tema, tendo em conta a escassez de estudos. Com base na pesquisa exhaustiva dos últimos meses, este é um projeto que inaugura o estudo das relações de correlação entre um índice da América Central e Latina e os preços do petróleo.

A opção de focar o Brasil não foi um mero acaso. A criação de riqueza no país é altamente dependente da indústria de E&P e o Brasil ganhou particular importância com as recentes descobertas do pré-sal. Partindo desta proximidade entre a indústria e o PIB, pareceu-me interessante fazer uma avaliação da permeabilidade do mercado acionista aos preços do petróleo.

Apesar do Brasil ocupar a 11<sup>o</sup> posição no ranking mundial de produção de crude, a malha de refinarias no país - inicialmente construídas para refinar o petróleo "leve" que era importado - não está capacitada para processar petróleo de baixo grau API. Esta realidade, amplamente estudada e discutida pelos especialistas, obriga o Brasil a exportar o petróleo que produz e a importar aquele que consegue refinar.

## CAPÍTULO II: ENQUADRAMENTO TEÓRICO

---

### 2. REVISÃO DE LITERATURA

Ao longo da história moderna, o petróleo tem assumido um papel proeminente nos acontecimentos político-econômicos. São exemplos disso, o episódio no Canal do Suez em 1956 ou a crise no Golfo Pérsico em 1991.

Sem surpresas, existe uma vasta literatura sobre os estudos da energia e os seus efeitos macroeconômicos. Analisar esta temática torna quase que obrigatória a leitura dos brilhantes trabalhos de Hamilton.

Hamilton (1983) – cujo trabalho vamos dissecar detalhadamente – executa um modelo VAR (poucos anos antes formulado por Sims) para confirmar as suspeitas de correlação entre as recessões norte-americanas do pós-II Guerra Mundial e os aumentos abruptos no preço do barril de crude.

À exceção de uma, todas as recessões da economia norte-americana após a Segunda Guerra Mundial foram precedidas – com um *lag* de três a quatro anos – por um aumento drástico nos preços do crude. Ainda que choques petrolíferos não sejam o único fator que possa arrastar uma economia para a recessão, existe uma correlação positiva e com significância estatística entre as duas variáveis no período de 1948 a 1972 (Hamilton, 1983).

O autor testou três hipóteses: a primeira justificava a correlação entre as recessões da economia norte-americana e as subidas do preço do petróleo como mera coincidência. Numa segunda hipótese, Hamilton questionou a existência de uma terceira variável endógena e que estaria na causa da recessão e da subida no preço do barril de crude. E finalmente, a terceira hipótese: algumas das recessões nos EUA, antes de 1973, foram influenciadas pela subida exógena no preço do petróleo.

A primeira hipótese, segundo Hamilton, seria facilmente rejeitada através da aplicação de um tradicional teste para a existência ou ausência de correlação estatística.

Já a hipótese 2 foi analisada através de duas metodologias complementares:

- 1) Uma primeira assente em factos históricos e que olhava com pormenor para os organismos responsáveis pela regulação do mercado. Neste artigo, o autor defendeu que os preços do “ouro negro” seriam altamente influenciados pela moldura regulatória da indústria no período de 1948 a 1972, que teve forte influência nos movimentos de oferta e procura de petróleo.
- 2) A outra metodologia utilizada por Hamilton consistiu num teste para avaliar a endogeneidade nos preços do petróleo com base na proposta de Granger (1969).

A teoria institucional descrita em 1) válida, em termos econométricos, a hipótese nula da exogeneidade dos preços do petróleo e rejeita que qualquer outra variável possa inferir no valor do barril de petróleo. No entanto, se a segunda hipótese estiver correta – ou seja, se existir uma série de dados explicativa, tanto das depressões económicas como da alta dos preços do crude – então estaremos em condições de identificar uma variável macroeconómica chave, cujo comportamento terá conduzido à subida sustentada dos preços do petróleo.

Hamilton, com base na sugestão de Geweke, Meese e Dent (1979) e Nelson e Schwert (1970) segue o seguinte modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (OLS):

$$z_t = a_0 + a_1 z_{t-1} + \dots + a_q z_{t-q} + b_1 x_{t-1} + \dots + b_q x_{t-q} + e_t \quad (1)$$

para testar se  $x$  é estatisticamente informativo sobre o futuro  $z$  e sob a forma de restrição  $b_1 = \dots = b_q = 0$ . Por exemplo, se o  $z$  representa o preço do petróleo e  $x$  qualquer outra variável macroeconómica suspeita de impactar no preço do petróleo, então não seria possível rejeitar a hipótese nula  $H_0: b_1 = \dots = b_q = 0$ . Por outro lado, se na equação (1) o  $z$  representar a série macro e  $x$  o preço do petróleo, então será possível rejeitar  $H_0$  contra a premissa de que a alta nos preços da *commodity* e as recessões são mera coincidência. Hamilton argumenta que a descoberta combinada de que “o petróleo é estatisticamente informativo sobre o futuro  $x$ ” e de que “o  $x$  não é estatisticamente explicativo sobre o petróleo”, indica que:

- 1) a correlação entre o preço do petróleo e as séries de dados macro não são apenas uma coincidência;
- 2) não é evidente que a alta nos preços do petróleo pudesse ser antecipada com base nos dados macroeconómicos recolhidos até ao momento imediatamente anterior a essa subida.

Este exercício, aliado às conclusões da outra metodologia de análise histórica, conduzem Hamilton na busca de uma interpretação causal para a evolução inversa, ainda que desfasada, das duas variáveis em análise: preço do petróleo e PIB.

O autor decide adotar o modelo de seis variáveis de Sims (1980) apresentadas como uma aproximação compacta de um modelo macroeconómico. No final do artigo, Hamilton conclui:

- 1) Os argumentos que poderiam justificar a coincidência entre a alta dos preços do petróleo e a recessão da economia norte-americana são bastante frágeis. As evidências a partir de 1973 são *per se* suficientes para motivar suspeitas de uma relação sistemática entre as duas variáveis.
- 2) No período de 1948-1972, é difícil confirmar a existência de uma terceira série de dados que possa ter influenciado tanto a alta nos preços do petróleo como as posteriores recessões. Nenhuma das variáveis do sistema macroeconómico de Sims (1980), de forma solitária ou coletiva, revelaram um comportamento com significância

estatística indicativo de comportamentos futuros no preço do petróleo. A exceção vai para os preços de importação de petróleo, ainda assim, em termos estatísticos os dados são pouco robustos.

Assim sendo, conclui Hamilton, não parece existir no modelo macroeconómico de Sims, uma terceira variável com influência tanto nos preços do petróleo como nas seguintes recessões.

Se a correlação entre os preços do “ouro negro” e a economia não se pode justificar como uma simples coincidência ou por uma correlação entre as variáveis macro endógenas, resta-nos, então, uma interpretação: a terceira hipótese levantada por Hamilton. A duração e/ou magnitude das recessões *ex ante* 1973 teriam sido diferentes, não se tivesse verificado uma subida acentuada dos preços do petróleo e escassez no abastecimento de energia (por questões político-económicas). A alta nos preços do petróleo não foi, por si só, a causa das recessões do pós-guerra. A este fator juntam-se muito outros: a resposta da política monetária dos estados aos choques petrolíferos, o comportamento da inflação ou o regime que determina os preços do crude. Em síntese, as subidas no valor do barril de petróleo são apenas um dos fatores responsáveis pela desaceleração do produto interno bruto (PIB).

Anos mais tarde, Barsky e Killian (2004) confirmam-no. A conturbada década de 70 foi o horizonte temporal escolhido para o estudo dos dois investigadores que pretendiam encontrar indícios de uma forte cumplicidade entre o petróleo e o sistema macroeconómico de um país. Barsky e Killian escrevem que os choques na oferta de petróleo podem levar à transferência de riqueza das companhias nos países importadores de petróleo para aquelas dos países exportadores de crude. Mas destacam as dificuldades que existem para correlacionar o petróleo como o único rastilho para as flutuações macroeconómicas. Concluem, tal como Hamilton (1983), que o petróleo tem peso na economia de um país mas não é a única variável que pode ou não determinar uma recessão. Aliás, os resultados empíricos demonstram que as perturbações no mercado de oferta e procura de petróleo são bem menos relevantes para a economia norte-americana do que se possa imaginar.

Já para Bernanke (1983) o mesmo fenómeno de choques na oferta de petróleo pode também resultar numa diminuição da capitalização das empresas que muitas vezes optam por adiar – em clima de contração económica – grandes investimentos capazes de criar valor para a sua estrutura e para o PIB do país.

Um outro veículo de transmissão dos choques no preço do petróleo para a macroeconomia, é a política monetária. Com base no mecanismo de Bernanke, Gertler e Watson (1997)<sup>1</sup>, Nordhaus (2007) explica que o aumento dos preços da energia gera uma onda inflacionária que obriga à tomada de posição por parte dos reguladores o que se traduzirá no arrefecimento da atividade económica.

---

<sup>1</sup> Huang et al (1996) descrevem um mecanismo semelhante no artigo “Energy Shocks and Financial Markets”.

Num estudo bastante interessante, Ikenberry (1986) analisa as várias reações macroeconómicas de diferentes governos (França, Japão, Alemanha e Alemanha Ocidental) aos choques petrolíferos da década de 70. Ainda que seja possível encontrar algumas semelhantes nas medidas que adotaram, o autor defende que nem sempre a estratégia delineada por um executivo, *per se*, é suficiente para mitigar os efeitos de um choque petrolífero na economia. E existem muito outros fatores que condicionam a resposta macroeconómica de um estado a choques: a dimensão da economia, a sua política monetária a posição de um estado no quadro geopolítico mundial, entre outros.

Escrever sobre petróleo ou crises económicas faz com que seja quase obrigatório falar de preços e da sua composição. O que é que está por detrás do preço de um barril de petróleo? Ederington *et al* (2011) lançam mãos à obra e desmistificam a volatilidade e o papel da especulação no mercado como fatores com influência para a formação de preços do crude. Com base numa avaliação exaustiva, concluem que o *boom* no crescimento da Índia e da China, as baixas taxas de juro e a desvalorização do dólar norte-americano terão contribuído para a escalada nos preços do petróleo pouco antes da crise de 2007-2008. Aliás, este período recebeu particular atenção de Hamilton (2009) que nas considerações finais do estudo corrobora as conclusões que retirou dos seus trabalhos na década de 80. De facto, o petróleo impactou no PIB norte-americano pouco antes da recessão. No entanto, não foi a única série temporal a contribuir para a recessão de 2007-2008.

Em termos macroeconómicos, e como já pudemos perceber, é impossível dissociar as variações no preço do barril de crude do crescimento económico. E este último está intimamente relacionado com os mercados financeiros, que reagem positivamente às expectativas de ganhos. É possível escrever um número imenso de páginas tendo como ponto de partida a literatura sobre petróleo e a economia. No entanto, o mesmo não se pode dizer de estudos que correlacionem choques de petróleo com os mercados financeiros. A este propósito, e tendo em conta o *core* deste trabalho, vale a pena olhar com algum detalhe para estes autores.

Jones e Kaul (1992) recorrem a um modelo VAR para comprovar a ligação entre os preços do petróleo e o comportamento dos mercados financeiros no período de 1947 e 1991. O estudo conclui que a inexistência de informação estatística relevante que possa suportar a relação entre petróleo e mercados acionistas na década de 80.

Huang *et al* (1995) propõem-se a analisar os choques energéticos e os mercados financeiros, adotando também um modelo de vetores autorregressivos (VAR). Os autores vão testar a seguinte hipótese: se o mercado de futuros de petróleo e os mercados acionistas forem eficientes, então os preços do futuros e das ações estão correlacionados – tendo em conta que cada mercado reage a notícias de um outro mercado e as expectativas dos investidores são rapidamente capitalizadas. Huang *et al* (1995) afirmam que caso não seja encontrada informação estatisticamente relevante entre as duas variáveis em análise que o impacto económico dos preços do petróleo é mais mito do que realidade. A metodologia aplicada neste estudo, à semelhança de Jones e Kaul (1992) é um VAR. O modelo é constituído pelos

contratos de futuros de petróleo negociados no NYMEX, cotações de fecho do S&P 500 e bilhetes do tesouro – incorporadas para controlar as flutuações da taxa de juro nas variáveis de interesse. Nas considerações finais, concluem que os preços dos futuros do petróleo não estão correlacionados com os valores de fecho do S&P 500 mas têm influência nos movimentos intradiários das empresas do setor.

Semelhante estudo é aquele desenvolvido por Maghyereh (2004). A metodologia aplicada é o mesmo VAR de Huang *et al* (1995) mas desta feita para comprovar o efeito dos choques no preço do petróleo nos mercados bolsistas de 22 economias emergentes. O período em análise é de 1 de Janeiro de 1998 a 31 de Abril de 2004. Os resultados obtidos reforçam que não existe um impacto significativo entre os choques nos preços do crude e os valores de fecho das bolsas.

Numa abordagem muito semelhante àquela que será utilizada neste estudo, Abhyankar (2013) tentou encontrar uma correlação positiva entre os choques no preço do petróleo e o principal índice bolsista do Japão. O método de análise econométrico escolhido foi um VAR estrutural (SVAR) e os resultados indicam que a resposta do índice japonês às oscilações de preços do petróleo varia conforme as causas que estão na génese dessa mesma variação.

Com base na experiência literária sobre o tema, parece que confirmar a correlação positiva entre o desempenho macroeconómico de um país e os choques nos preços de petróleo é bem menos complexo do que comprovar a relação entre os ganhos ou perdas de um índice bolsista e os valores de negociação do crude.

### 3. CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

A afirmação do petróleo na sociedade moderna remonta a 1859, quando foi iniciada a sua exploração comercial nos Estados Unidos, logo após a descoberta de Edwin Drake<sup>2</sup>: um poço de 21 metros, em Tittusville, Pensilvânia, com um sistema de percussão movido a vapor e com uma produção diária de 2 m<sup>3</sup> de petróleo. Foi quase imediato o reconhecimento do petróleo como uma matéria-prima bastante valiosa, como descreve o *Derrick's Handbook Of Petroleum* (1898):

Drake's discovery broke the market. The fact that the precious oil could be obtained in apparently inexhaustible quantities by drilling wells in the rocky crust of the earth was a great surprise. The first product of the Drake well was sold at 50 cents a gallon, and the price for oil is generally given at \$20.00 a barrel from August 1859 to the close of the year.

Rapidamente, se descobriu que a destilação do petróleo resultava em produtos que substituíam, com grande margem de lucro, o querosene – obtido através do carvão e óleo de baleia e utilizado para iluminação. No arranque do século XX, com a invenção dos motores a gasolina e a *diesel*, a indústria de produção e exploração de petróleo ganhou ainda mais força.

Após a descoberta de Drake, os poços multiplicaram-se e o preço por barril de petróleo baixou rapidamente dos \$9,60 em 1860 para os \$2 dólares/barril no final da década. Em 1861 um barril de petróleo custaria apenas 10 centavos (figura 3.1).

No início do século XX, começou a ser desenvolvido o processo rotativo de perfuração que, em 1900, permitiu ao americano Anthony Lucas encontrar petróleo a uma profundidade de 354 metros. A nova técnica de perfuração, aliada à melhoria dos projetos, da qualidade do aço, bem como das brocas, possibilitou a perfuração de poços com mais de dez mil metros de profundidade.

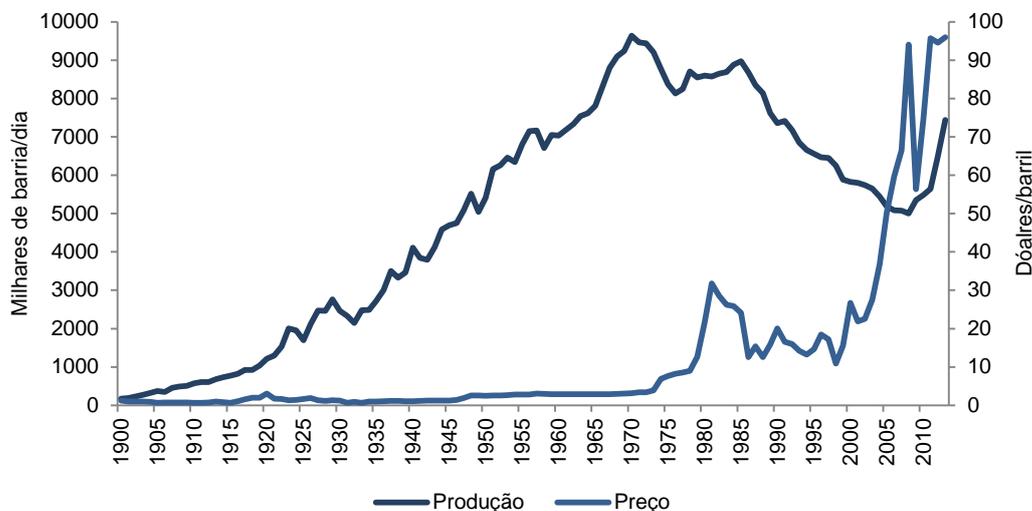
A incessante procura pelo “ouro negro” levou a importantes descobertas nos Estados Unidos, Venezuela, Trinidad, Argentina e Médio Oriente. Até 1945, os Estados Unidos foram os maiores produtores mundiais de petróleo, seguidos pela Venezuela, México, Rússia, Irão e Iraque.

Com o fim da II Guerra Mundial, renasce um novo quadro geopolítico e económico. A indústria do petróleo não fica à margem do processo. Os Estados Unidos mantêm-se como líderes na exploração e produção desta matéria-prima mas o Médio Oriente passa a desempenhar um papel relevante nesta corrida.

---

<sup>2</sup> (1819-1890) Pioneiro norte-americano considerado o pai da indústria do petróleo.

**Figura 3.1** Produção e Preços do Crude, 1900-2013



Fonte: EIA

Os anos 60 marcam um período de forte abundância de petróleo. O excesso de produção, aliada à prática de baixos preços, estimula o consumo desenfreado. E o Médio Oriente e a URSS afirmam-se com grandes *players* do mercado e declaram reservas bem expressivas de petróleo e gás natural.

A década seguinte foi marcada por subidas brutais nos preços do petróleo – e que originaram o bem conhecido choque petrolífero de 1973 – e por grandes descobertas no Mar do Norte e no México. No entanto, a década foi bastante fértil no que toca ao aprimoramento dos dispositivos de aquisição, processamento e análise de dados sísmicos e em avanços na geoquímica orgânica, na sequência de um melhor entendimento dos processos de geração e migração do petróleo.

Nos anos 80 e 90, os avanços tecnológicos reduziram os custos de exploração e de produção e a indústria petrolífera entra num novo ciclo económico. A título de exemplo, as reservas provadas de petróleo em 1996 eram 60 por cento maiores do que em 1980.

O início do século XXI chegou com grandes avanços na exploração e produção de petróleo *offshore* e acabou com as especulações de alguns autores que defendiam que o pico de produção de petróleo, a nível mundial, aconteceria em 2008-2009, seguido de um período de forte declínio (Campbell, 1998). Os primeiros indícios de petróleo no pré-sal<sup>3</sup> datam de 2005 na Bacia de Santos (São Paulo). Dois anos mais tarde, e após uma cuidada análise do segundo poço do bloco BM-S-11, a gigante estatal Petrobras anunciou a descoberta de reservas gigantes no campo de Tupi, em Santos, com um volume de cinco a oito mil milhões

<sup>3</sup> Pré-sal é o nome atribuído às reservas de hidrocarbonetos em rochas calcárias localizadas abaixo de camadas de sal. A exploração de petróleo é feita em camadas de 5 a 7 mil metros de profundidade abaixo do nível do mar. No Brasil, essa camada tem aproximadamente 800 quilómetros de extensão por 200 de largura, desde o litoral de Santa Catarina até ao litoral do Espírito Santo.

de barris de petróleo e gás de alta qualidade. O Brasil deu assim o pontapé de saída na exploração de petróleo em lâminas de água de alta profundidade e a Petrobras viu as suas reservas crescerem entre 40 a 60 por cento. O país tornou-se o décimo primeiro maior produtor mundial de petróleo.

Existem, atualmente, reservas declaradas de petróleo no pré-sal do Brasil, Angola, Gabão e Cazaquistão.

### 3.1. O PETRÓLEO E O SEU VALOR COMERCIAL

A lei brasileira define petróleo como *todo* e “qualquer hidrocarboneto líquido em seu estado natural, a exemplo do óleo cru e condensado”<sup>4</sup>. Duas características de um petróleo, e talvez as mais importantes e mais citadas, são a viscosidade e a densidade do fluido. O valor comercial do petróleo depende muito destas duas propriedades.

A viscosidade, medida em *poise* ou *centipoise*, indica o grau de mobilidade do petróleo no interior das formações porosas e permeáveis ou nas tubulações de escoamento do fluido.

Já a densidade é definida como a relação entre a massa específica a uma dada temperatura e a massa específica de um padrão a uma temperatura de referência, por exemplo, a água a 4°C ou a 15,6°C (60°F). São inúmeros os métodos utilizados na indústria do petróleo para a determinação da densidade, todavia, o mais utilizado é o densímetro API que permite determinar o grau API (°API). Esta escala, idealizada pelo *American Petroleum Institute* – API em parceria com a *National Bureau of Standards*, varia inversamente à densidade relativa, isto é, quanto maior a densidade relativa, menor o grau API. É possível classificar o petróleo como:

- 1) Leve ou de base parafínica – com um grau API superior a 30;
- 2) Médio ou de base nafténica – com um grau API entre os 20 e 30;
- 3) Pesado ou de base aromática – com um grau API abaixo de 20;
- 4) Extra-pesado – com um grau API igual ou inferior a 10.

Embora não seja o único fator com influência na determinação do preço do petróleo, de um modo geral, quanto maior o grau API, maior o valor de um petróleo no mercado já que produzir e refinar um petróleo leve é mais fácil e exige menos custos.

Outro dos fatores determinantes para o preço do petróleo no mercado são as reservas. No entanto, este é um dado muito pouco preciso: seja pela ambiguidade das terminologias frequentemente empregues (reservas, reservas declaradas...) ou pela veracidade dos dados, já que é muito difícil estimar, com elevado grau de precisão, a quantidade de um recurso que ainda não foi explorado e que permanece no subsolo. Para além disso, é recorrente as

---

<sup>4</sup> Lei nº 9.478 de 6 de Agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Capítulo III, Seção II, das Definições Técnicas, artigo 6º, alínea I.

companhias petrolíferas distorcerem os números, retirando vantagem da dificuldade em confirmá-los com exatidão e com o objetivo de aumentarem a avaliação da sua estrutura.

Vários membros da OPEP caíam na tentação de inflacionar os valores relativos às reservas nos seus relatórios, já que quanto maiores forem as reservas, maiores serão as cotas de importação atribuídas. As empresas do setor, originárias de um estado membro da OPEP, estão isentas da apresentação de documentos com dados estatísticos relativos às reservas dos campos que operam. Existem, por isso, motivos para se suspeitar de que seis dos 11 países da OPEP na década de 80 inflacionaram de forma colossal os números das suas reservas para aumentarem substancialmente as cotas de exportação (Campbell e Lahèrre, 1998).

Finalmente, a localização do petróleo é outro fator que retira ou acrescenta valor comercial a esta *commodity*. Se o poço estiver localizado *onshore*, os custos associados à exploração e produção são bem mais baixos. No caso de campos *offshore*, será necessária tecnologia de ponta, bem mais avançada. Sem esquecer que os riscos de uma catástrofe ambiental são também bem maiores (e a eles estão associadas coimas elevadíssimas). As operações marítimas em águas profundas e ultraprofundas exigem tecnologia refinada, que desafia a criatividade dos especialistas e que envolve altíssimos recursos. São exemplo disso, as modernas unidades de perfuração de posicionamento dinâmico<sup>5</sup>.

### 3.2. O PROCESSO DE REFINO E DERIVADOS DO PETRÓLEO

O petróleo, em estado natural não pode ser aproveitado para outros fins que não o de fornecimento de energia via combustão. Porém, a sua composição química à base de hidrocarbonetos de grande heterogeneidade molecular abre caminhos para usos industriais especializados e sofisticados.

As propriedades de um petróleo são parâmetros que variam de acordo com a localização geográfica do campo produtor. Para além disso, no mesmo campo podem ocorrer variações nas propriedades do petróleo, associadas a longo prazo com a maturidade do campo e a curto prazo às condições circunstanciais dos processos de produção do petróleo. Com base nestes pressupostos, pode afirmar-se que não existem dois petróleos iguais.

Assim, e para que se obtenha o pleno aproveitamento do potencial de utilização do petróleo é preciso refiná-lo e submetê-lo aos processos de refinação: separação, conversão e tratamento.

O refino do petróleo inicia-se com a separação física das frações básicas. Estas frações são depois encaminhadas para tanques onde poderão juntar-se, ou não, outras frações. Posteriormente é-lhes dado o acabamento para que possam transformar-se em produtos de interesse comercial. Durante o refino, o petróleo é submetido a uma série de processos

---

<sup>5</sup> Navios, em geral de grande porte, preparados para produzir, explorar e/ou armazenar petróleo. Estas unidades substituem o tradicional sistema de ancoragem pelo sistema de posicionamento dinâmico. Permanecem estacionários através de propulsores comandados por computadores que utilizam informações de posição através de sistemas GPS.

definidos segundo o tipo de petróleo utilizado e os derivados que pretendem produzir-se. Estes podem ser divididos em duas classes:

1. combustíveis ou energéticos
  - 1.1. de uso doméstico (gás liquefeito de petróleo e querosene iluminante);
  - 1.2. automotivos (gasolina e óleo diesel);
  - 1.3. de aviação (gasolina e querosene);
  - 1.4. industriais (gás combustível e óleo combustível);
  - 1.5. marítimos (óleo diesel e óleo combustível).
  
2. não combustíveis ou não energéticos
  - 2.1. óleos lubrificantes e parafinas;
  - 2.2. matérias-primas para petroquímica e fertilizantes gases, nafta e gasóleos;
  - 2.3. produtos especiais (solventes, óleo para pulverização agrícola, asfaltos, coque de petróleo, extrato aromático e outros).

#### 4. OS GRANDES CHOQUES PETROLÍFEROS

Um choque petrolífero pode ser definido como uma inversão de trajetória na curva de oferta de petróleo despoletada por acontecimento políticos exógenos ao mercado e à macroeconomia (Nordhaus, 2007).

**Quadro 3.1** Principais Causas do Aumento do Preço do Crude, 1947-2008

EPISÓDIO	PRINCIPAIS FATORES
1947-48	Quebra na produção de carvão como resultado de jornadas de trabalho mais curtas. Capacidade de produção e de transporte insuficiente para responder às necessidades do pós-guerra.
1952-53	Nacionalização do Irão: greve dos trabalhadores das indústrias do petróleo, carvão e aço. Políticas da <i>Texas Railroad Commission</i> (TRC).
1956-57	Crise do Suez.
1969	Diminuição das reservas dos EUA. Greve dos trabalhadores da indústria do petróleo.
1970	Rutura de um importante oleoduto com origem na Arábia Saudita. Quebras na produção de petróleo na Líbia. Aumento do preço do carvão.
1973-74	Conflito Israelo-árabe. Estagnação da produção nos EUA. Embargo da OPEC.
1978-97	Revolução no Irão.
1980-81	Conflito entre o Iraque e o Irão.
1990-91	Guerra do Golfo.
2007-08	Aumento da procura e oferta insuficiente.

Fonte: Adaptação de Hamilton (1982)

##### 4.1. 1946-1972: O PÓS-GUERRA

Os Estados Unidos foram sempre os maiores consumidores de petróleo do mundo. E até 1974 detiveram o título de maiores produtores, até serem ultrapassados pela União Soviética. No rescaldo da II Guerra Mundial, o *benchmark* era o petróleo produzido no Golfo do México<sup>6</sup>, o que dava à *Texas Railroad Commission* (TRC)<sup>7</sup> um papel chave na regulação do mercado a nível mundial. A instituição teve, desde sempre, forte influência no comportamento dos preços do crude. As cotas de produção impostas pela TRC eram calculadas a partir de previsões. Todos os meses, a TRC projetava, com base nos preços correntes, a procura de crude e os níveis de produção alinhavam com as previsões de consumo. Este mecanismo retirava alguma volatilidade aos preços e sinal e prova disso mesmo era a constante nos preços nominais do crude, mês após mês. No entanto, o regulador – num esquema eticamente

<sup>6</sup> Atualmente, a produção de petróleo no Golfo do México representa 17% da produção total de crude nos EUA. Cerca de 45% da capacidade de refino do país está localizada na costa ao longo do golfo (EIA, 2014). [http://www.eia.gov/special/gulf\\_of\\_mexico/](http://www.eia.gov/special/gulf_of_mexico/)

<sup>7</sup> A *Texas Railroad Commission* foi fundada em 1881. É uma das instituições mais antigas dos EUA. Foi inicialmente criada com o propósito de regular a indústria ferroviária no estado do Texas. No entanto, acabaria por tornar-se responsável pela supervisão de muitas outras atividades de diferentes setores, nomeadamente a indústria de exploração e produção de petróleo.

questionável – retirava vantagem dos choques de oferta a nível externo, aproveitando-os para alavancar de forma abrupta o preço do crude.

O final da II Guerra Mundial marca um arranque de um período de forte crescimento da indústria automóvel a nível mundial. A procura por petróleo e derivados aumentou 12 por cento nos EUA, entre 1945 e 1947. Já o registo de novos veículos cresceu 22 por cento. Nestes dois anos, o preço por barril de petróleo disparou 80 por cento. Ainda assim, esta subida no valor do crude mostrou-se insuficiente para travar eventuais choques na oferta. Em Junho de 1947, a *Standard Oil of Indiana and Phillips Petroleum* anunciava o racionamento na distribuição de gasolina aos postos abastecedores e houve relatos de rutura no fornecimento de combustível nos estados do Michigan, Ohio, New Jersey e Alabama. Nesse Inverno, milhares de lares americanos ficaram sem aquecimento. Quase um ano depois, e sobretudo devido à desaceleração do setor da construção civil, instala-se nos EUA a primeira recessão do pós-guerra. Estávamos em Novembro de 1948.

Anos mais tarde, com o conflito armado na península da Coreia, o preço do petróleo foi congelado (1950-53) em consonância com as diretrizes do *Office of Price Stabilization*. No Verão de 1951, o primeiro-ministro iraniano nacionaliza a indústria petrolífera do país. Numa resposta concertada, muitos países declararam embargo ao Irão e saem de circulação 19 milhões de barris diários dos mercados mundiais<sup>8</sup>. Já nos Estados Unidos, em Abril de 1952, os trabalhadores das refinarias entram em greve e um terço das que estavam em operação ficam temporariamente encerradas. Muitos estados norte-americanos implementam planos de para racionar o consumo de gasolina. Quando em Junho de 1953 é levantada a imposição de congelamento dos preços do petróleo, o *West Texas Intermediate (WTI)* valorizou dez por cento. A segunda recessão pós-guerra começaria no mês seguinte.

A crise do Suez foi outro dos episódios políticos que marcou a década de 50. O presidente do Egipto, Nasser, anunciou a nacionalização do Canal do Suez, em Julho de 1956. Numa tentativa de o recuperarem, França e Reino Unido instigam Israel a invadir o Egipto. Durante o conflito, 40 embarcações afundaram, bloquearam o Canal e impediram o transporte de um milhão de barris de crude por dia. A produção de petróleo no Médio Oriente decresceu em 1,7 milhões de barris diários. Este valor representava, à época 10,1 por cento da produção mundial diária. Estes acontecimentos refletiram-se de forma abrupta na Europa, que dependia em grande escala do petróleo produzido no Médio Oriente. Estavam lançados os dados para a terceira grande depressão depois da II Guerra Mundial.

Os anos que se seguiram caracterizaram-se por um período de alta da inflação e por sucessivas crises no abastecimento de combustíveis. Ainda o Mundo não podia respirar alívio e já os EUA vislumbravam aqueles que seriam os primeiros sinais de um novo período de contração económica: uma greve federal decretada pelo sindicato dos trabalhadores da indústria química e petrolífera. Em resposta, a Texaco anuncia uma alta de sete por cento nos preços do petróleo e justificou-se com os elevados custos de produção. Corria o ano de 1969.

---

<sup>8</sup> *International Petroleum Trade*, Bureau of Mines, US Departamento of Interior, Maio de 1952, p.52.

Em Maio de 1970, a rutura do oleoduto trans-árabe na Síria precipitaria um novo salto de oito por cento no preço nominal do crude. O mês de Dezembro, desse mesmo ano, dita o início de uma crise económica que rapidamente alastrou dos EUA para o resto do mundo.

#### 4.2. 1973-1996: A ÉPOCA DE OURO DA OPEP

Os anos 70 caracterizaram-se pela crescente dependência do petróleo, – a nível mundial – pelos choques de oferta de petróleo e pelo fraco desempenho macroeconómico dos Estado Unidos da América. Ainda assim, a produção de petróleo no país atingiu o seu pico em 1972, impulsionada pelo incentivo dos preços elevados a que era transacionada nos mercados internacionais. A partir daí, a produção de petróleo entrou em declínio.

Não existiam, no entanto, motivos para alarme já que as reservas disponíveis no Médio seriam suficientes para colmatar a quebra de produção nos EUA. Este processo de deslocamento, todavia, seria tudo menos pacífico: a transição de um mercado mundial de petróleo com foco no Golfo do México para outro localizado no Golfo Pérsico foi bastante atribulada. Para agravar ainda mais a situação, os EUA tomam a decisão unilateral de terminar com o acordo de *Bretton Woods*<sup>9</sup>. O anúncio viria a penalizar a divisa norte-americana ao mesmo tempo que a *yield* dos bilhetes do tesouro a três anos cairia para valores abaixo da taxa de inflação. Entre Agosto de 1971 e Agosto de 1973, os preços de produção das principais matérias-primas subiu substancialmente: o valor do petróleo escalou dez por cento.

Na primavera de 1973, os postos de abastecimento de combustíveis entraram em rutura. Meses mais tarde, em Outubro de 1973, do outro lado do mundo, a Síria e o Egito aliaram-se num ataque a Israel. Duas semanas mais tarde, os membros árabes da *Organization of Petroleum Exporting Countries* (OPEC) anunciaram o embargo às exportações de petróleo para os países que apoiassem Israel. A decisão retirou do mercado 4,4 milhões de barris diários, ou seja, 7,5 por cento do consumo global diário. No primeiro dia do ano de 1974, os estados do Golfo Pérsico uniram-se para comunicar a subida do preço do petróleo. A quebra de produção aliada ao aumento substancial dos preços conduziu a novas situações de escassez um pouco por todo o mundo.

O conflito israelo-árabe de 1973 foi apenas o início de uma década politicamente muito conturbada no Médio Oriente. O Irão, durante o embargo de 1973-74, reforçou a sua produção diária de barris de crude mas atravessava uma fase particularmente agitada: multiplicavam-se os protestos por todo o país e as greves tornaram-se muitos comuns. A indústria de exploração e produção (E&P) não foi uma exceção. De Outubro de 1978 a Janeiro de 1979, a quebra na produção de crude no Irão atingiu os 4,8 milhões de barris/dia. Cerca de um terço deste valor foi colmatado pelo aumento da produção na Arábia Saudita. É bastante curioso perceber o

---

<sup>9</sup> O acordo de *Bretton Woods* foi ratificado por 44 países em Julho de 1944. O documento implementou um regime de ligação cambial (*crawling peg*) entre o dólar e as divisas dos restantes estados signatários. A margem de flutuação seria de um por cento. Por sua vez, a moeda norte-americana ficaria vinculado ao ouro.

impacto que os conflitos armados no Médio Oriente podem ter na vida de milhões de pessoas do outro lado do mundo. A propósito, o *New York Times*<sup>10</sup> escreveu:

LOS ANGELES, May 4: (...) Throughout much of California today, and especially so in the Los Angeles area, there were scenes reminiscent of the nation's 1974 gasoline crisis.

Lines of autos, vans pickups trucks and motor homes, some of the lines were a half mile or longer, backed up from service stations in a rush for gasoline that appeared to be the result of a moderately tight supply of fuel locally that has been aggravated by panic buying.

O ano de 1980 marca o início de uma nova recessão e também de um novo conflito armado. No final de 1979, a produção de petróleo no Irão recuperava, lentamente, mas correspondia a metade do valor total de produção registado no período pré-revolucionário. Os esforços de recuperação político-económica foram travados por um ataque lançado pelo vizinho Iraque. A perda combinada de produção nos dois países foi equivalente a seis por cento da produção mundial.

A crise no Irão e guerra Irão-Iraque corresponderam a dois choques na oferta mundial de crude, bem como a duas recessões bem próximas uma da outra. O *National Bureau of Economic Research* (NBER) classificou o período de 1978-1981 como extremamente difícil mas dividi-o em dois ciclos de depressão distintos.

Em 1990, o Iraque tinha recuperado para os níveis de produção semelhantes aos do final da década de 70 quando voltou a colapsar com a invasão ao Kuwait. No espaço de dois meses, o preço do petróleo mais do que duplicou. A Guerra do Golfo, em 1990 foi o mote para uma nova recessão à escala mundial.

### **4.3. 1997-2010: O MILAGRE ASIÁTICO E A CRISE DE 2008**

#### **4.3.1. A CRISE DOS “TIGRES ASIÁTICOS”**

Desde 1960 a Ásia, o maior e mais populoso dos continentes, registou taxas de crescimentos elevadíssimas e a um ritmo vertiginoso. É óbvio, porém, que este crescimento não se registou ao mesmo ritmo em todos os países. A área Oeste do continente evolui de forma muito semelhante ao resto do Mundo. No entanto, os países da zona Este – China, Hong Kong, Indonésia, Japão, Coreia, Malásia, Filipinas, Singapura, Taiwan e Tailândia – tiveram uma performance bem acima da média registada naquela época. As taxas de crescimento de grande parte destes países variaram entre os três a cinco por cento ao ano. A exceção vai para os “Quatros Tigres” asiáticos: Hong Kong, Coreia, Singapura e Taiwan (uma província da China). Os “Tigres” cresceram seis por cento ao ano, de forma sustentável e ao longo de cerca de três décadas (figura 3.2).

---

<sup>10</sup> *New York Times*, 5 de Maio de 1979, 11.

**Quadro 3.2** Crescimento dos Tigres Asiáticos, 1960-1992

(% PIB)			
PAÍSES	1960-70	1970-80	1980-92
<b>Singapura</b>	6,2	9,1	5,1
<b>Hong-Kong</b>	7	6,7	5,8
<b>Taiwan</b>	5,4	7,5	6
<b>Coreia</b>	5,7	7,2	6,8

Fonte: Banco Mundial

Apesar do crescimento acelerado destes países, a verdade é que o consumo total de petróleo e derivados ficava bem aquém da média mundial. No entanto, se o ritmo de crescimento se tivesse mantido, o mundo viveria uma explosão nos preços do crude<sup>11</sup>.

No entanto, no Verão de 1997 os “Tigres Asiáticos” sofreram fortes flutuações no câmbio das suas divisas e perdas acentuadas nos mercados bolsistas. Os investidores começaram a duvidar da sustentabilidade do ‘milagre’ asiático e estas economias entraram em crise, desacelerando substancialmente. O preço do petróleo caiu para mínimos de 1972 para menos de 12 dólares por barril.

A crise na Ásia não duraria muito e a região recuperou com força à boleia de um forte período de industrialização. O consumo mundial de crude voltou a crescer em 1999 e no final do ano o seu preço estava muito próximo dos níveis de 1997. A título de exemplo, o preço do WTI cresceu 38 por cento de Novembro de 1999 a Novembro de 2000.

#### **4.3.2. 2007-2008: O CRESCIMENTO DA PROCURA E A ESTAGNAÇÃO DA OFERTA**

O choque de 2007-2008 colocou os preços do petróleo num valor recorde. Os motivos que sustentaram este episódio foram, no entanto, bem diferentes daquele que já enumerei. Já que a maioria dos choques na oferta de petróleo tiveram origem em conflitos políticos, sobretudo no Médio Oriente. É importante olharmos para este período com atenções redobradas, já que a análise ao impacto dos preços do petróleo na bolsa brasileira compreende, parcialmente, este espaço de tempo.

Apesar das notícias de um furacão no Golfo do México, em Setembro de 2005, dos tumultos na Nigéria em 2007-2008 e da instabilidade política no Iraque, a produção global de petróleo manteve-se relativamente estável. O rastilho para o primeiro grande choque do século XXI não teve que ver com uma abrupta redução na oferta de petróleo mas antes com a

<sup>11</sup> O consumo de petróleo no período de 1994-1997 cresceu a 2% ao ano. Se os países produtores de petróleo tivessem antecipado o crescimento na procura de petróleo, por parte das novas economias asiáticas, então teria conseguido evitar as subidas abruptas de preço no final da década de 90. Este mecanismo foi descrito por Hamilton (2009) que o denominou de *Hotelling Principle*.

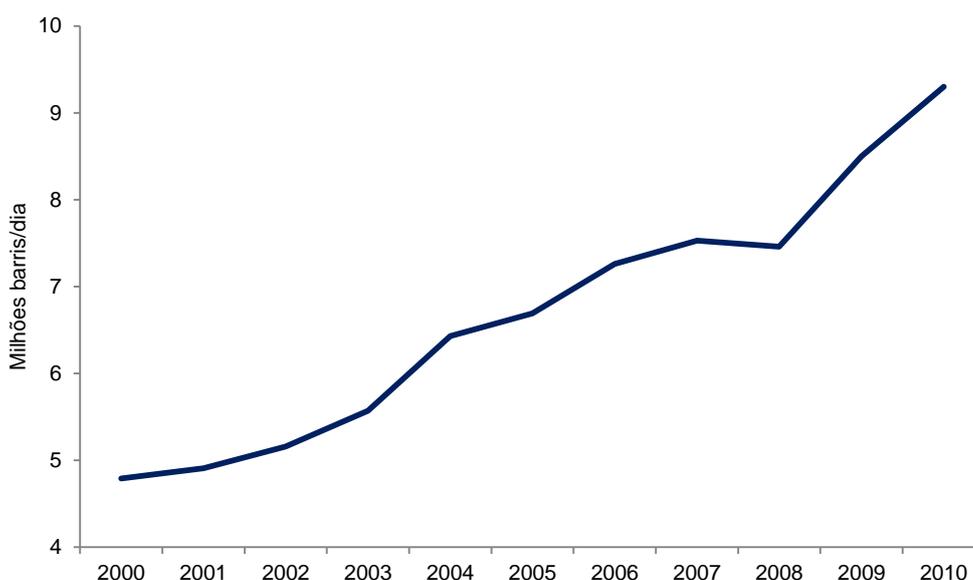
incapacidade dos países produtores em aumentarem a sua produção, face à crescente procura. Ou seja, a produção estagnou.

Em qualquer campo de petróleo, a produção pode começar a cair e aquela área acabará por ser abandonada. E o aumento da produção a nível global pressupõe esse esforço de procura de novos campos produtores. O subsolo norte-americano tem sido intensivamente explorado desde sempre. No entanto, os níveis de produção do país, nos dias de hoje ficam aquém daqueles de 1971. Ainda assim, a produção mundial tem vindo a crescer à medida que surgem novos campos e novos poços. As quebras na produção levaram antigos membros da OPEP – como por exemplo, a Indonésia – a tornarem-se importadores de petróleo. O país abandonou a organização em 2008.

Ao longo dos anos, a Arábia Saudita afirmou-se como o maior produtor mundial de petróleo. No entanto, a produção é algo volátil, já que o país tenta através dela, manter a estabilidade dos preços. Na crise que adveio da Guerra do Golfo, a Arábia Saudita aumentou as suas cotas de produção com o objetivo de mitigar a saída de circulação do mercado de milhões de barris diários. Historicamente, o maior produtor mundial de petróleo, tem vindo a ajustar a sua oferta em linha com a procura e em resposta a possíveis choques exógenos. O inesperado acontece em 2007 com o abandono do campo de *Ghawar*. Em consequência, a produção no país decresceu e a produção de petróleo estagnou entre 2005-2007.

Apesar da estagnação da oferta, a procura seguiu a sua trajetória de subida acentuada. E a China deu um importante contributo: com uma taxa de crescimento anual de sete por cento do seu PIB, o consumo cresceu 870 mil barris diários de 2005 a 2007.

**Figura 3.2** Consumo de Petróleo na China, 2000-2010



Fonte: US Energy Information Administration

Mas para que a China mantivesse este ritmo de consumo, sem um aumento na produção de crude, o ajuste teria de ser feito através de uma redução na procura. E foi feita, pelo mecanismo de aumento de preços. O consumo de petróleo nos EUA, na Europa e no Japão em 2007 era bastante inferior ao de 2005. Esta quebra na procura foi motivada pela alta dos preços.

Hamilton (2009) sugere que as alterações na curva da procura face à estagnação da oferta foram os motivos que levaram à subida dos preços no barril de petróleo. Dos \$55 em 2005 para os \$142 em 2008. Por outro lado, Killian e Murphy (2009) ou Tang e Xiong (2010) falam de uma bolha em torno do preço do petróleo e de outras *commodities*.

Seja qual tenha sido a causa, o aumento do preço do petróleo no período 2007-2008 foi o maior desde a II Guerra Mundial. No entanto, este episódio não foi o principal responsável pela recessão que teve início em 2007.

## CAPÍTULO IV: CONCEITOS ECONÔMÉTRICOS E APLICAÇÃO EMPÍRICA

## 5. DADOS DO MODELO VAR

As variáveis que serão analisadas através da metodologia VAR são o índice Bovespa, o West Texas Intermediate (WTI), o norte-americano S&P 500, o produto interno bruto (PIB) brasileiro e a taxa de câmbio entre o real e o dólar norte-americano.

A aplicação do modelo econométrico desenvolvido ao longo das próximas páginas foi realizada com o auxílio de *software* informático específico. Neste caso, o *Eviews 7*.

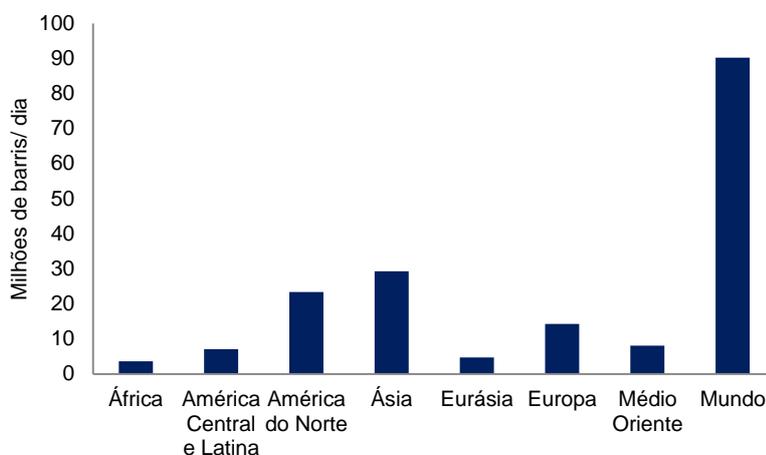
A recolha dos dados foi feita, sobretudo, através do terminal da *Bloomberg*. A única exceção foram os números relativos ao PIB brasileiro, retirados do *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Todos os dados recolhidos apresentavam uma periodicidade diária e foram convertidos em séries mensais, através do cálculo da média. Os valores do PIB são publicados trimestralmente.

Os dados estão organizados sob a forma de séries temporais e abrangem o período de Janeiro de 2008 a Dezembro de 2012. Representam, na sua totalidade, 60 observações.

A variável de interesse do modelo VAR é o Ibovespa, o índice de referência da bolsa de valores de São Paulo e que reúne as 70 maiores empresas brasileiras. A estatal brasileira de E&P de petróleo, a Petrobras, é a empresa com maior peso neste índice (8,147%)<sup>12</sup>. Os dados recolhidos da Bloomberg fazem referência ao volume diário do Ibovespa.

O mercado do petróleo é o maior dos mercados de *commodities*. O consumo total anual de petróleo ultrapassa os 90 milhões de barris diários (figura 4.1). Existem duas grandes referências de preços neste mercado: o Brent e o *West Texas Intermediate* (WTI) (figura 4.2).

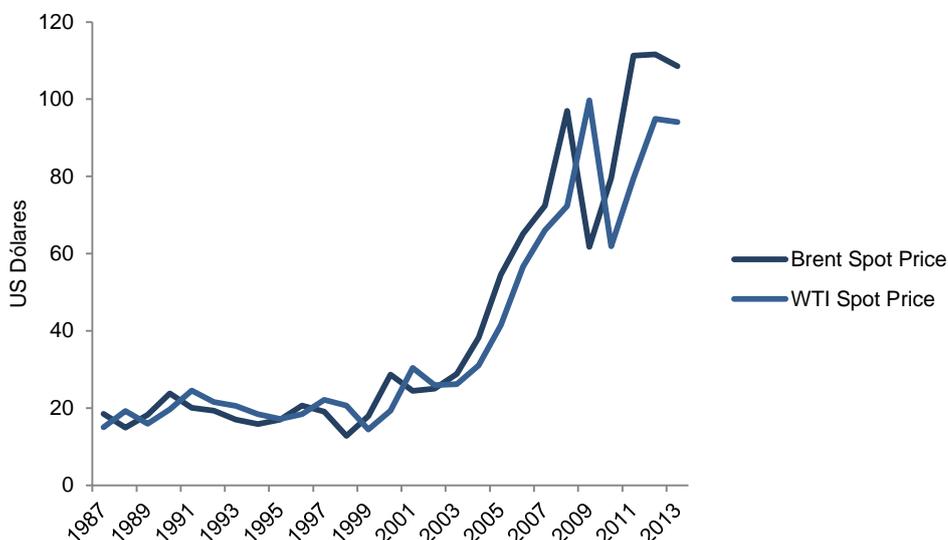
**Figura 4.1** Consumo Diário de Petróleo, 2013



Fonte: EIA

<sup>12</sup>Dados retirado do <http://www.bmfbovespa.com.br>

**Figura 4.2** Preço Spot do Brent e do WTI, 1987-2013



Fonte: EIA

Tal como já foi escrito, o preço por barril depende sobretudo do seu grau API – ou seja, da sua densidade – e são-lhe depois também imputados os custos de E&P, de transporte e de refino. O Brent, tal como o WTI, classificam-se como “leves”. No entanto, o crude norte-americano é considerado ligeiramente superior em termos qualitativos.

O Brent, transacionado em Londres, serve de *benchmark* para cerca de 60 milhões de barris, todos os dias, na Europa, África e até na Ásia. Já o homónimo norte-americano é referência apenas para 15 milhões e sobretudo na América do Norte e do Sul. E é precisamente esse, o motivo pelo qual foi escolhido para este estudo. Os dados do WTI estão expressos em dólares por barril.

As restantes séries temporais são relativas ao SP&500 (em volume absoluto) – índice norte-americano de referência – ao PIB brasileiro (em valores absolutos) e à taxa de câmbio real e do dólar norte-americano. Todas estas variáveis podem ter influência nos volumes de negociação do Ibovespa e são por isso relevantes, assumindo uma posição que poderemos quase descrever como variáveis de controlo. Ou seja, vão facilitar a interpretação dos movimentos do índice de referência brasileiro. Vai ser possível avaliar a sua permeabilidade de a variáveis macroeconómicas *versus* os choques nos preços do petróleo.

À semelhança de Maghyereh (2004) e por sugestão de Wooldridge (2009), as variáveis ajustam-se na sua forma logarítmica o que permite avaliar a correlação entre séries de dados descritas em unidades distintas, sem que qualquer alteração linear tenha impacto na correlação entre as variáveis. Assim, o  $R^2$ , por exemplo, não será afetado pela escala dos dados bem como o erro padrão dos coeficientes estimados, que caso os dados estivessem escalados sofreria alterações.

## 6. TESTES DE RAÍZ UNITÁRIA

A metodologia aplicada neste trabalho baseia-se em vários estudos empíricos. Todos eles, tendo em conta que utilizam dados em séries temporais, têm em comum a primeira etapa que passa por testar a estacionaridade das variáveis escolhidas. Os testes de raiz unitária podem auxiliar o investigador a distinguir as séries cronológicas estacionárias das não-estacionárias e evitam, desta forma, que se obtenham regressões espúrias.

Existem vários testes de raiz unitária que têm como objetivo determinar a ordem de integração de uma série observada em  $y_t$ . Para este efeito recorrem-se a três métodos: o *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), o Phillips e Perron (1988) e o Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin (KPSS). Os testes ADF e PP permitem aferir a presença de séries de raiz unitária, ou seja, uma série não estacionária. A hipótese nula de estacionaridade é rejeitada quando a estatística do teste for superior aos respetivos valores críticos. Já no teste alternativo de KPSS, a hipótese nula é a de estacionaridade da série temporal.

Caso as variáveis sejam não estacionárias nos níveis, é necessário estudar a presença de cointegração, que analisa a relação de longo prazo entre as variáveis. O método mais tradicional no que toca a estudos de integração é a metodologia de Johansen.

Já para determinar o número ótimo de defasagens de cada uma das variáveis do modelo VAR, deverá utilizar-se o *Akaike Information Criterion* (AIC) e optou-se pelo número ótimo de três defasagens.

No quadro 4.1 estão representados os resultados dos três testes de raiz unitária – ADF, PP e KPSS – às séries de dados do modelo VAR. Os resultados são consistentes com aqueles publicados em artigos de semelhante natureza. Os resultados indicam que todas as séries têm raiz unitária em nível mas são estacionárias na primeira diferença.

Com a problemática da estacionaridade assegurada, procede-se ao teste da causalidade à Granger. Uma metodologia que permite avaliar o contributo das variações de uma série de dados sobre as restantes. Os resultados obtidos indicam que as variáveis Ibovespa, taxa de câmbio BRL-USD e PIB brasileiro são causadas, de forma unidirecional pelos preços do WTI. A confirmação é feita através da análise dos valores assintóticos de  $p$ , que quando se situam abaixo dos 5% permitem rejeitar a hipótese nula. Deteta-se apenas uma relação bilateral de causalidade entre o índice norte-americano S&P500 e o preço *spot* do WTI.

**Quadro 4.1.** Testes de raiz unitária: ADF, PP e KPSS

	NÍVEL			PRIMEIRA DIFERENÇA		
	ADF	PP	KPSS	ADF	PP	KPSS
IBOVESPA	-2,31	-2,04	0,18	-5,09*	-5,1*	0,06*
S&P500	-1,07	-1,51	0,40	-5,3*	-5,4*	0,26*
WTI	-2,75	-2,23	0,16	-4,36*	-4,31*	0,05*
TX. CÂMBIO BRL- USD	-2,62	-1,94	0,12	-4,49*	-4,48*	0,08*
PIB BRASIL	-1,51	-1,5	0,86	-7,65*	-7,65*	0,04*
VALOR CRÍTICO 1%	-3,5	-3,5	0,7	-3,5	-3,5	0,7
VALOR CRÍTICO 5%	-2,9	-2,9	0,5	-2,9	-2,9	0,5
VALOR CRÍTICO 10%	-2,5	-2,5	0,3	-2,5	-2,5	0,3

**NOTA:** \* indica significância estatística nos níveis críticos 1%, 5% e 10%. Os valores críticos de ADF e PP foram retirado de Dickey-Fuller (1981), enquanto que os valores críticos de KPSS foram obtidos de Kwiatowski *et al*(1992).

## 7. O MÉTODO VAR: RESULTADOS

O modelo de vetores autorregressivos (VAR) foi idealizado por Sims (1980). Esta metodologia analisa as variáveis endógenas como funções dos seus valores desfasados. A utilidade deste método resulta de uma série de problemas que nos eram colocados pelos modelos econométricos tradicionais. O VAR tem como principais vantagens dispensar a divisão entre variáveis endógenas e exógenas e relega para um plano secundário a teoria económica. O investigador tem apenas de se preocupar com a escolha das variáveis.

Os modelos VAR, desde a sua apresentação, tem gerado alguma discussão entre dois grupos. Um primeiro que argumenta que as variáveis do modelo terão de ser estacionárias I(0). E uma outra ala, minoritária, que defende que possam utilizar-se variáveis I(1), já que se trata de obter a dinâmica de relacionamento entre essas variáveis.

Neste estudo adotámos a posição da maioria dos investigadores como Hamilton (1983), Barsky e Killian (2004) ou Huang *et al* (1995), que antes de avançarem para a formulação do modelo VAR, querem assegurar-se da estacionaridade das séries através de testes de raiz unitária. Uma equação VAR ( $p$ ) pode ser escrita da seguinte forma:

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + \beta X_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

Onde  $Y_t$  é o vetor  $k$  das variáveis endógenas,  $x_t$  representa o vetor  $d$  das variáveis exógenas,  $A_1 \dots A_p$  e  $B$  são as matrizes dos coeficientes que serão estimados.  $\varepsilon_t$  é a representação do erro.

Os dados sobre a significância estatística do modelo VAR podem ser consultados no anexo B.

As formas mais objetivas de interpretar os resultados de um modelo VAR é através da análise da decomposição da variância ou da estimação das funções de impulso-resposta. Os resultados da função impulso-resposta do WTI são apresentados no quadro 4.2.

**Quadro 4.2.** Função Impulso-Resposta WTI.

Period	LOG(BOV)	LOG(SP500)	LOG(BRL)	LOG(PIB)
1	0.028404	0.022102	-0.017357	0.001078
2	0.030251	0.035037	-0.020189	0.007038
3	0.024680	0.035465	-0.019810	0.004119
4	0.006650	0.027713	-0.012691	0.003886
5	-0.008359	0.020180	-0.003329	0.002021
6	-0.024091	0.009374	0.007598	-0.000199
7	-0.035195	-0.001747	0.017058	-0.002872
8	-0.040485	-0.009726	0.023451	-0.004209
9	-0.039086	-0.013568	0.025924	-0.004967
10	-0.033823	-0.014565	0.025151	-0.005138

A interpretação dos resultados impulso-resposta demonstra que uma subida de 1% nos preços do WTI, no primeiro mês, reflectir-se-ia no Ibovespa com uma valorização 2,8%. O valor, ao longo dos meses vai registando um decréscimo, um indício de que este efeito é apenas perceptível no imediato e que se diluirá ao longo dos meses. No longo prazo, o efeito é pouco relevante. A reacção do Ibovespa às subidas do WTI confirma o elevado peso da estatal Petrobras no índice brasileiro e reflecte a relação unilateral entre as duas variáveis e apurada através do teste de Granger.

Uma pequena referência à obra de Jones e Kaul (1992) que detectou que os preços dos futuros de petróleo têm um impacto bem mais expressivo nos movimentos intradiários das empresas do sector, do que propriamente no índice S&P500.

## 8. CONCLUSÃO

O principal objetivo deste estudo foi comprovar a correlação entre as variações no preço do *benchmark* WTI e o índice de referência brasileiro, o Bovespa. Para isso, recorreu-se à metodologia de vetores autorregressivos, VAR. As séries temporais foram submetidas a testes de raiz unitária – para confirmar a estacionaridade dos dados – e posteriormente foi realizado um teste de causalidade à Granger. As conclusões que retirámos destes resultados revelam a existência de causalidade unilateral entre o WTI, o Ibovespa, o PIB e a taxa de câmbio BRL-USD. Deteta-se apenas uma relação bilateral de causalidade entre o S&P500 e o preço *spot* do WTI.

Os resultados obtidos com o método VAR são significativamente estatísticos – e uma rápida avaliação ao *R-squared* confirmam-no. A análise através da função impulso-resposta mostrou que oscilações no preço do petróleo impactam, no curto-prazo, na negociação do Ibovespa mas esta reacção dilui-se no longo-prazo. O principal canal de transmissão das variações no WTI é a empresa Petrobras, que tem um peso bastante expressivo no índice Bovespa.

Este estudo entra em conflito com tantos outros como o de Maghyereh (2004), já que no caso do Ibovespa e do WTI parece existir uma relação de causalidade justificada pela relação de dependência do índice com as empresas do sector de E&P. Ainda que parcialmente, a conclusão deste trabalho corrobora as conclusões de Jones e Kaul (1992) que analisaram as relações entre os preços do petróleo e o S&P500.

## BIBLIOGRAFIA

Abhyankar, Abhay et al (2013), "Oil Price Shocks and the Stock Market: Evidence from Japan", *The Energy Journal*, 34 (2), pp. 200-222.

Amui, Sandoval, (2010), *Petróleo e Gás Natural para Executivos*, Rio de Janeiro: Editora Interciência.

Annoruo, Emmanuel (2011), "Testing for Linear and Nonlinear Causality between Crude Oil Price Changes and Stock Market Returns", *International Journal of Economic Sciences and Applied Research*, 4 (3), pp.75-92.

Barsky, Robert, Killian, Lutz (2004), "Oil and the Macroeconomy since the 1970s", *NBER Working Paper Series*, 10855.

Bernanke, Ben (1983), "Non-Monetary Effects of the Financial Crisis in the Propagation of the Great Depression", *NBER Working Paper Series*, 1054.

Brasil, N. I., Araújo, M. & Sousa, E. C., (2012), *Processamento de Petróleo e Gás Natural*, Rio de Janeiro: LTC.

Campbell, Colin, Lahèrre, Jean (1998), "The End of Cheap Oil", *Scientific America*, pp. 70-84.

Darby, Michael (1981), "The Real Price of Oil and the 1970s World Inflation", *NBER Working Paper Series*, 629.

Dvir, Eyal, Rogoff, Keneth (2009) "Three Oil Epochs", *NBER Working Paper Series*, 14927.

Ederington, Louis et al (2011), "Factors Influencing Oil Prices: A Survey of the Current State of Knowledge in the Context of the 2007-08 Oil Price Volatility", s.l.

Gujarati, Damodar, Porter, Dawn (2009), "Econometria", México, McGraw Hill.

Hamilton, James, (1983), "Oil and Macroeconomy since II World War", *The Journal of Political Economy*, 91 (2), pp. 228-248.

Hamilton, James, (2009), "Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007-08", *NBER Working Paper Series*, 15002.

Hamilton, James, (2011), "Historical Oil Shocks", *NBER Working Paper Series*, 16790.

Huang, Rodger et al (1995), "Energy Shocks and Financial Markets", *Journal of Future Markets*, 16 (1).

Ikenberry, John (1986), "The Irony of State Strength: Comparative Responses to the Oil Shocks in the 1970s", *International Organization*, 40 (1), pp. 105-137.

Jones, M., Kaul, G. (1992), "Oil and Stock Markets", *University of Michigan*.

Katrakilidis, Costantinos (2010), "Oil Price and Stock Market Linkages an a Small and Oil Dependent Economy: The Case of Greece", *The Journal of Applied Business Research*, 26 (4), pp. 55-64.

Killian, Lutz (2006), "Exogenous Oil Supply Shocks: How Big Are They and How Much Do They Matter for the U.S. Economy?", s.l., s.n.

Killian, Lutz, Park, Cholbeom (2007), "The Impact of Oil Price Shocks on the U.S. Stock Market", s.l., s.n.

Maghyereh, Aktham (2004), "Oil Price Shocks and Emerging Stock Markets: a Generalized Var Approach", *International Journal of Applied Econometrics and Quantitative Studies*, 1 (2), pp. 28-40.

Nordhaus, William (2007), "Who's Afraid of a Big Bad Oil Shock?", s.l., s.n.

Odusami, Babatunde O. (no prelo), "Crude Oil Shocks and Stock Markets Returns".

Sadorsky, P. (1999), "Oil Price Shocks and Stock Market Activity." *Energy Economics*, 21, pp. 449-469.

Sill, Keith (2007), "The Macroeconomics of Oil Shocks", *Business Review*, pp. 22-31.

Thomas, José E., (2004), *Fundamentos de Engenharia do Petróleo* (2ª Edição), Rio de Janeiro: Editora Interciência.

US Energy Information Administratio (2013), "Annual Energy Outlook 2013 with Projections to 2040", [www.eia.gov/forecasts/aeo](http://www.eia.gov/forecasts/aeo) .

Wooldridge, J., (2009), *Introductory Econometrics: a Modern Approach* (4<sup>th</sup> Edition), USA: South-Western Cengage Learning.

Xiong, Wei, Tang, Ke (2007), "Index Investment and Financialization of Commodities", *Financial Journal of Economic Dynamics and Control*, 31, pp. 2317-2349.

**ANEXOS**

**Anexo A. Testes de causalidade à Granger.**

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Date: 10/29/14 Time: 16:41

Sample: 2008M01 2012M12

Included observations: 57

Dependent variable: LOG(BOV)

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
LOG(WTI)	9.749981	3	0.0208
LOG(SP500)	4.919656	3	0.1778
LOG(BRL)	3.840945	3	0.2792
LOG(PIB)	2.910781	3	0.4056
All	23.40547	12	0.0245

Dependent variable: LOG(WTI)

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
LOG(BOV)	4.020691	3	0.2592
LOG(SP500)	11.45093	3	0.0095
LOG(BRL)	4.554937	3	0.2074
LOG(PIB)	1.842802	3	0.6057
All	22.96347	12	0.0280

Dependent variable: LOG(SP500)

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
LOG(BOV)	3.948417	3	0.2671
LOG(WTI)	12.21225	3	0.0067
LOG(BRL)	3.363278	3	0.3389
LOG(PIB)	4.514609	3	0.2110
All	28.34581	12	0.0049

Dependent variable: LOG(BRL)

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
LOG(BOV)	4.273648	3	0.2334
LOG(WTI)	9.141414	3	0.0275
LOG(SP500)	6.901808	3	0.0751
LOG(PIB)	7.624115	3	0.0545
All	23.18098	12	0.0262

Dependent variable: LOG(PIB)

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
LOG(BOV)	4.069573	3	0.2540
LOG(WTI)	17.96972	3	0.0004
LOG(SP500)	5.997048	3	0.1118
LOG(BRL)	2.405102	3	0.4927
All	42.14009	12	0.0000

## Anexo B. Modelo VAR

## Vector Autoregression Estimates

Date: 10/02/14 Time: 16:31

Sample (adjusted): 2008M04 2012M12

Included observations: 57 after adjustments

Standard errors in ( ) &amp; t-statistics in [ ]

	LOG(BOV)	LOG(WTI)	LOG(SP500)	LOG(BRL)	LOG(PIB)
LOG(BOV(-1))	1.290735 (0.26004) [ 4.96369]	0.583734 (0.36063) [ 1.61866]	0.273480 (0.20060) [ 1.36329]	-0.274796 (0.15544) [-1.76785]	-0.065275 (0.07267) [-0.89818]
LOG(BOV(-2))	-0.357374 (0.35780) [-0.99881]	-0.740173 (0.49621) [-1.49165]	-0.323593 (0.27602) [-1.17234]	0.133746 (0.21388) [ 0.62533]	0.058902 (0.10000) [ 0.58904]
LOG(BOV(-3))	0.055132 (0.25061) [ 0.21999]	0.057156 (0.34756) [ 0.16445]	0.176394 (0.19333) [ 0.91239]	0.044759 (0.14981) [ 0.29878]	0.047291 (0.07004) [ 0.67520]
LOG(WTI(-1))	-0.135485 (0.12935) [-1.04745]	0.644291 (0.17939) [ 3.59167]	0.100895 (0.09978) [ 1.01113]	0.058007 (0.07732) [ 0.75022]	0.100505 (0.03615) [ 2.78022]
LOG(WTI(-2))	0.300920 (0.17339) [ 1.73556]	0.268734 (0.24046) [ 1.11759]	0.162214 (0.13376) [ 1.21275]	-0.189585 (0.10364) [-1.82918]	-0.079750 (0.04846) [-1.64576]
LOG(WTI(-3))	-0.421092 (0.13868) [-3.03632]	-0.586265 (0.19233) [-3.04816]	-0.306953 (0.10699) [-2.86906]	0.249189 (0.08290) [ 3.00585]	-0.058819 (0.03876) [-1.51755]
LOG(SP500(-1))	-0.159428 (0.33640) [-0.47393]	0.274715 (0.46653) [ 0.58885]	0.763039 (0.25951) [ 2.94030]	0.183911 (0.20109) [ 0.91459]	-0.046413 (0.09402) [-0.49368]
LOG(SP500(-2))	-0.144248 (0.44807) [-0.32193]	0.509903 (0.62141) [ 0.82056]	-0.227836 (0.34566) [-0.65913]	0.100137 (0.26784) [ 0.37386]	-0.031561 (0.12523) [-0.25203]
LOG(SP500(-3))	0.511602 (0.30657) [ 1.66882]	0.076200 (0.42516) [ 0.17923]	0.399929 (0.23650) [ 1.69104]	-0.379626 (0.18326) [-2.07156]	0.149041 (0.08568) [ 1.73952]
LOG(BRL(-1))	-0.460899 (0.30295) [-1.52136]	-0.411753 (0.42015) [-0.98002]	-0.173994 (0.23371) [-0.74448]	1.237222 (0.18110) [ 6.83187]	-0.087827 (0.08467) [-1.03729]
LOG(BRL(-2))	0.851447 (0.43593) [ 1.95318]	0.216064 (0.60457) [ 0.35739]	0.443965 (0.33629) [ 1.32017]	-0.474249 (0.26059) [-1.81994]	0.099380 (0.12183) [ 0.81571]
LOG(BRL(-3))	-0.419741 (0.32551) [-1.28948]	-0.350505 (0.45143) [-0.77643]	-0.101688 (0.25111) [-0.40495]	0.155820 (0.19458) [ 0.80080]	0.030500 (0.09097) [ 0.33526]

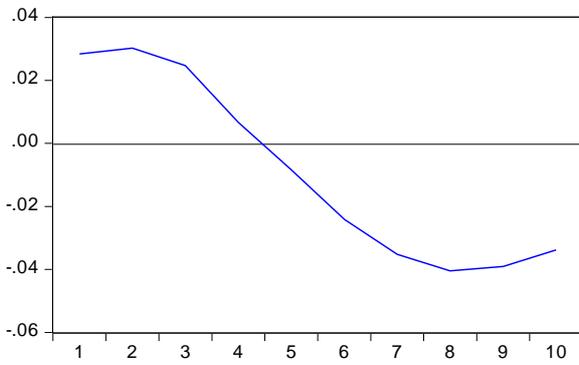
O Impacto dos Preços do Petróleo nos Mercados Acionistas: o Caso Brasileiro

LOG(PIB(-1))	-0.493718 (0.54660) [-0.90325]	-0.509985 (0.75805) [-0.67276]	-0.302698 (0.42167) [-0.71785]	0.550094 (0.32674) [ 1.68357]	0.660456 (0.15276) [ 4.32337]
LOG(PIB(-2))	1.059902 (0.65182) [ 1.62607]	0.254345 (0.90397) [ 0.28136]	0.640884 (0.50284) [ 1.27453]	-1.059026 (0.38964) [-2.71798]	0.235646 (0.18217) [ 1.29355]
LOG(PIB(-3))	-0.436711 (0.44851) [-0.97368]	-0.203044 (0.62202) [-0.32643]	-0.027281 (0.34600) [-0.07885]	0.539829 (0.26811) [ 2.01347]	-0.029772 (0.12535) [-0.23751]
C	-1.814048 (2.86443) [-0.63330]	4.057133 (3.97252) [ 1.02130]	-4.724071 (2.20975) [-2.13783]	0.876217 (1.71227) [ 0.51173]	0.869584 (0.80055) [ 1.08623]
R-squared	<b>0.927983</b>	<b>0.939548</b>	<b>0.950768</b>	<b>0.936595</b>	<b>0.936505</b>
Adj. R-squared	0.901636	0.917431	0.932757	0.913398	0.913275
Sum sq. resids	0.124509	0.239472	0.074098	0.044491	0.009725
S.E. equation	0.055107	0.076425	0.042512	0.032941	0.015401
F-statistic	35.22093	42.48126	52.78643	40.37564	40.31456
Log likelihood	93.72380	75.08308	108.5148	123.0531	166.3889
Akaike AIC	<b>-2.727151</b>	<b>-2.073090</b>	<b>-3.246133</b>	<b>-3.756250</b>	<b>-5.276802</b>
Schwarz SC	-2.153663	-1.499602	-2.672645	-3.182762	-4.703314
Mean dependent	10.97394	4.415387	7.062956	0.609136	12.52404
S.D. dependent	0.175707	0.265966	0.163941	0.111938	0.052298
Determinant resid covariance (dof adj.)		1.24E-15			
Determinant resid covariance		2.38E-16			
Log likelihood		620.8214			
Akaike information criterion		-18.97619			
Schwarz criterion		-16.10875			

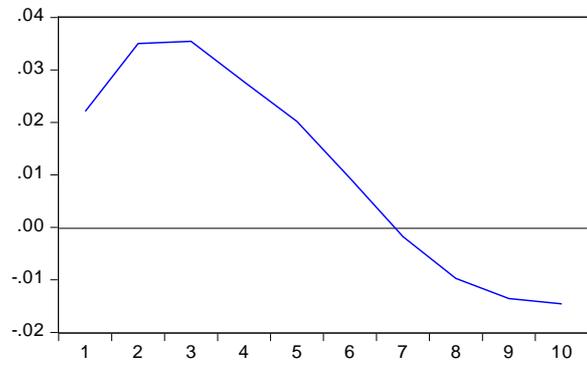
**ANEXO C:** Função Impulso-Resposta para o WTI

Response to Cholesky One S.D. Innovations

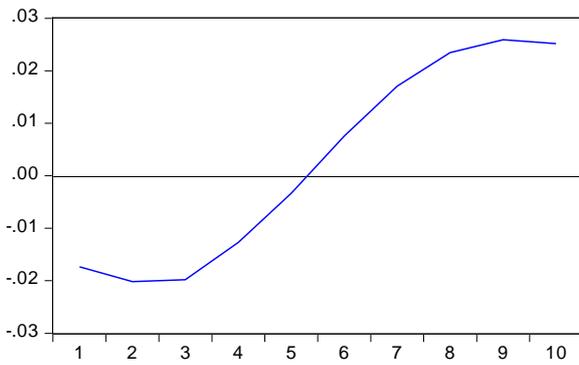
Response of LOG(BOV) to LOG(WTI)



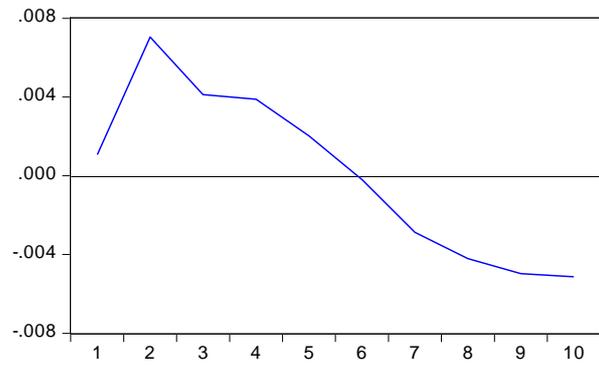
Response of LOG(SP500) to LOG(WTI)



Response of LOG(BRL) to LOG(WTI)



Response of LOG(PIB) to LOG(WTI)



**Data de Nascimento:** 23/07/1986  
**Email:** anaisabelasantos@hotmail.com  
**Telemóvel:** 00351 91 745 1910  
**Endereço:** Rua Marquesa de Alorna, nº40  
3º Frente Esquerdo, 1700-304 Lisboa

### **FORMAÇÃO ACADÉMICA**

*Setembro, 2011 – Dezembro, 2014*

ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, Portugal  
Mestrado em Economia Monetária e Financeira

*Março, 2013 – Março, 2014*

COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil  
Pós-graduação Executiva em Petróleo e Gás

*Setembro, 2004 – Julho, 2008*

Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto, Portugal  
Licenciatura em Jornalismo e Ciências da Comunicação

### **EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL**

*Julho, 2013 – Junho, 2014*

UFRJ – Grupo de Economia da Energia, Rio de Janeiro, Brasil  
Assistente de Pesquisa

*Setembro, 2013 – Dezembro, 2013*

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil  
Monitora de *Comércio Externo*

*Setembro, 2009 – Julho 2012*

Diário Económico, Lisboa, Portugal  
Jornalista de Economia e Mercados Financeiros

*Maior, 2008 – Novembro, 2008*

SIC, Lisboa, Portugal  
Jornalista Estagiária

### **COMPETÊNCIAS INFORMÁTICAS**

Bons conhecimentos de *Microsoft Office (Excel, Word e PowerPoint)*.  
Bons conhecimentos de *MatLab e Eviews*.  
Bons conhecimentos do terminal *Bloomberg*.

## IDIOMAS

**Português** Língua materna

**Inglês** Avançado

*International Language English Test (2012)*

*First Certificate in English (2002)*

**Espanhol** Avançado

*Diploma de Español como Lengua Extranjera (2007)*

**Francês** Intermédio

**Alemão** Básico

## APRESENTAÇÕES E PUBLICAÇÕES

Santos, Ana Isabel, Ferraro, Marcelo (2014), "The Elasticity of Demand for Gasoline in Brazil with the Introduction of the Flex-fuel Fleet", apresentação de *poster* na *37<sup>th</sup> IAEE International Conference: Energy and Economy*, 15 a 18 de Junho, Nova Iorque e no *Rio Oil&Gas 2014*, 15 a 18 de Setembro, Rio de Janeiro.

## EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL

*Agosto, 2012 – Julho, 2013*

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil  
Estudante de Intercâmbio.

*Fevereiro, 2007 – Julho, 2007*

Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, Espanha  
Estudante de Intercâmbio.

## INFORMAÇÃO ADICIONAL

Membro da *International Association for Energy Economics (IAEE)*.